

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES À FINALITÉ SPÉCIALISÉE EN SOFTWARE ENGINEERING

Exploitation de la proxémie pour la conception d'un affichage public adaptatif

Gobbe, Amaury

Award date:
2021

Awarding institution:
Université de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



**UNIVERSITÉ
DE NAMUR**

FACULTÉ
D'INFORMATIQUE

**Exploitation de la proxémie pour la
conception d'un affichage public
adaptatif**

Amaury GOBBE

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier les différents professeurs et assistants de la Faculté d'Informatique pour tout ce que j'ai appris lors de mon parcours à l'UNamur.

Je tiens également à remercier plus précisément mon promoteur B. Dumas pour le suivi, le soutien et les conseils tout au long de ce mémoire. Je remercie aussi A. Clarinval et B. Duhoux pour leurs précieux retours sur ce mémoire.

Abstract

Les affichages publics ont vu leur nombre exploser au fil du temps. Ils ont également subi plusieurs changements et sont maintenant utilisés pour un grand nombre d'objectifs différents. Dans le cadre de ce mémoire, un prototype d'affichage public adaptatif a été développé. Pour ce faire, un état de l'art a été effectué. Il a permis d'analyser les avancées dans le domaine des affichages publics et de la proxémie, qui est le rapport qu'a un individu avec l'espace qui l'entoure. Ensuite, sur base de cet état de l'art, le prototype a été mis au point. Pour finir, trois utilisateurs ont participé à plusieurs sessions de test du prototype. Les premiers tests ont révélé que les utilisateurs trouvaient ce type d'affichage plus ludique à utiliser bien qu'il nécessite un matériel précis.

Table des matières

1	Introduction	6
1.1	Contexte	6
1.2	Question de recherche	6
1.3	Méthodologie	6
1.4	Organisation du document	8
2	État de l’art	9
2.1	Display Blindness	10
2.2	Attirer les passants	11
2.3	Affichages interactifs	16
2.4	Types d’interactions	19
2.5	Interaction Blindness	24
2.6	Proxémie	25
2.6.1	L’adaptation au corps des passants	26
2.6.2	Les paramètres d’adaptation supplémentaires	28
2.6.3	La proxémie comme solution	29
3	Prototypage	32
3.1	Cadre d’utilisation	32
3.2	Sélection des paramètres d’adaptation	33
3.3	Profil moyen des utilisateurs	34
3.4	Fonctionnalités et contextes	36
3.4.1	Fonctionnalités	36
3.4.2	Contextes	37

3.5	Paramètres d'adaptation	38
3.6	Scénarios	42
3.6.1	Un seul utilisateur	42
3.6.2	Deux utilisateurs éloignés	44
3.6.3	Un utilisateur proche et un éloigné	46
3.6.4	Deux utilisateurs proches	48
3.7	Situations diverses	50
3.7.1	Répondre tactilement	50
3.7.2	Plus de deux utilisateurs	51
3.7.3	Utilisateurs proches les uns des autres	51
3.7.4	Utilisateurs proches arrivant séparément	52
3.8	Caractéristiques diverses	52
4	Implémentation	54
4.1	Caractéristiques du système	54
4.2	Choix technologiques	54
4.3	Prototype développé	54
4.3.1	Modifications liées au matériel	54
4.3.2	Démonstration du prototype	55
5	Validation	59
5.1	Méthode idéale	59
5.2	Méthode adaptée	60
5.2.1	Résultats de la validation	61
6	Discussion	64

6.1	Limites	64
6.2	Travaux futurs	65
7	Conclusion	68
8	Bibliographie	70
9	Annexes	73

1 Introduction

1.1 Contexte

De nos jours, les lieux publics sont remplis d’affichages différents : des publicités, des pancartes politiques, des écrans diffusant les horaires dans les gares et les aéroports... L’espace public en étant inondé, il est difficile pour les concepteurs de ces affichages de faire en sorte de se démarquer.

La plupart du temps, les gens vont les ignorer, et ce, même inconsciemment. En effet, lorsque les gens sortent de chez eux et se trouvent dans un lieu public, ils n’ont en général pas prévu explicitement d’observer les affichages qui les entourent, excepté bien sûr le cas des affichages cruciaux diffusant les horaires des différents transports publics.

C’est pourquoi les règles traditionnelles de conception d’affichages pour le cadre privé ne peuvent pas simplement être appliquées aux affichages publics. Les gens ont l’habitude d’utiliser des écrans dans un cadre privé, mais pas en public. Leur comportement va changer et ce n’est pas eux qui vont vouloir faire un effort pour que l’expérience soit la meilleure possible. Si les gens ne s’adaptent pas aux affichages publics, c’est aux affichages publics de s’adapter à eux.

1.2 Question de recherche

C’est à ce défi que ce mémoire va tenter de répondre. Comment utiliser la proxémie pour créer un affichage public adaptatif qui répond à l’émergence des besoins dans le domaine des affichages publics ?

1.3 Méthodologie

Afin de développer un prototype qui réponde aux attentes, une méthodologie a été mise en place. Celle-ci est composée d’un processus itératif en plusieurs étapes.

Tout d’abord, un état de l’art a été effectué. Il a permis d’analyser les avancées dans le domaine telles que les différentes techniques d’interaction avec les affichages publics et la manière de les adapter afin d’optimiser leurs rendements. Plusieurs paramètres d’adaptation à intégrer au prototype ont également été sélectionnés grâce à cet état de l’art. Ces paramètres sont donc les différents points que le prototype va prendre en compte et auxquels il va s’adapter. De plus, afin de les sélectionner au mieux, le modèle

de processus mis au moins par Clarinval, Duhoux, et Dumas (2019) a été utilisé. Il facilite la prise de décision pour créer un affichage public adaptatif optimisant la participation citoyenne.

Ensuite, après avoir sélectionné les différents paramètres d'adaptation, un cadre d'utilisation précis a été défini. Il consiste en l'installation d'un système de vote sur un affichage public placé à l'entrée d'une bibliothèque universitaire. La définition de ce cadre d'utilisation a permis de définir les différentes fonctionnalités intégrées au prototype ainsi que les contextes pouvant jouer sur ces fonctionnalités.

Puis, différents scénarios reprenant les contextes définis ont permis de faire varier les fonctionnalités sur base des points d'adaptation. Ces scénarios étaient accompagnés de wireframes¹ donnant une idée de ce que serait le prototype. Cette étape a permis de raffiner les fonctionnalités et les contextes mais également de préciser les points d'adaptation. Ces changements étaient ensuite répercutés sur les scénarios et les wireframes. Au cours de cette étape, plusieurs experts dans le domaine ont été consultés et ont fourni de précieux retours sur le travail effectué :

- B. Dumas, professeur d'IHM à l'Université de Namur
- A. Clarinval, assistant du professeur B. Dumas et doctorant dans le domaine de l'IHM
- B. Duhoux, assistant à l'Université Catholique de Louvain et doctorant dans le domaine de l'adaptation

Une fois que les scénarios ne variaient plus, un prototype a été implémenté.

Enfin, l'étape de validation a permis de déterminer les changements à apporter, que ce soit au niveau des fonctionnalités ou des points d'adaptation. Elle a également permis une première analyse des apports d'un système adaptatif. Pour cela, plusieurs utilisateurs ont testé le prototype et les experts cités précédemment ont également pu fournir un retour dessus.

La figure 1 ci-dessous reprend ces différentes étapes sous forme de schéma. Chacune de ces étapes sera détaillée dans les points qui suivent.

1. Le wireframe ou maquette fonctionnelle est un schéma utilisé lors de la conception d'une interface utilisateur pour définir les zones et composants qu'elle doit contenir. Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wireframe_\(design\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wireframe_(design))

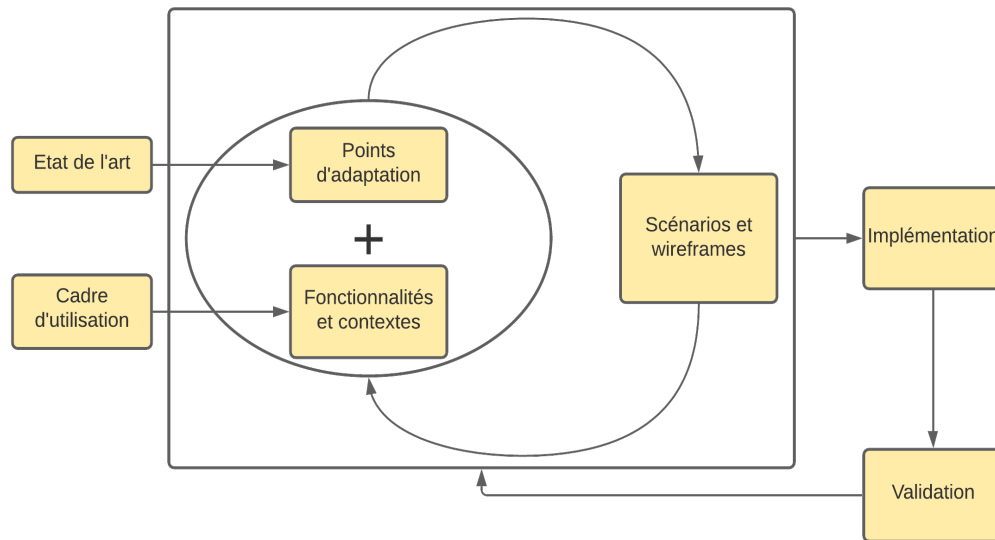


FIGURE 1 – Méthodologie utilisée

1.4 Organisation du document

Les différentes parties qui vont suivre vont d'abord servir à détailler une à une les étapes de la méthodologie. Ensuite, une discussion des limites du travail effectué sera apportée ainsi que d'éventuelles pistes pour des travaux futurs. Enfin, une conclusion clôturera le document.

2 État de l'art

Les affichages publics font partie de notre quotidien depuis des siècles. Dans son livre "L'affichage", Marcel Fitoussi (1996) retrace l'histoire des affichages publics. Au 15^e siècle, déjà, apparaissait en Angleterre la première affiche publicitaire ; portant sur des cures thermales. Au cours des siècles qui ont suivi, elle s'est démocratisée. Tantôt utilisée comme outil publicitaire, tantôt comme outil politique, l'affiche a connu un véritable essor lors des différentes révolutions industrielles, gourmandes en publicité avec l'apparition de nombreux nouveaux produits. C'est particulièrement le cas pour la troisième révolution industrielle qui marque véritablement le début de l'ère électronique, lors de laquelle ses produits ont grandement profité des affiches publicitaires.

De nos jours, de plus en plus d'affichages publics sont présents dans notre quotidien. Traditionnellement utilisés en format papier, les affichages publics évoluent et prennent désormais de plus en plus une forme électronique. Malgré tout, une grande partie continue simplement à diffuser des informations statiques.



FIGURE 2 – Affichages publics : ancien (gauche) et récent (droite)

Cependant, avec l'utilisation de l'électronique dans les affichages publics, de nouvelles possibilités ont vu le jour. Les affichages publics peuvent être dynamiques et offrir de nouveaux moyens d'interaction. Comme pour tout domaine, l'émergence de nouvelles possibilités entraîne l'émergence de nouveaux défis. Et bien que dans la culture populaire les affichages publics concernent presque uniquement des publicités, comme celles reprises sur la figure 2, la suite de ce mémoire va montrer qu'il en existe bien d'autres types.

Pour commencer, un des problèmes principaux des affichages publics sera discuté. Il s'agit

de la difficulté qu'ont ces affichages à être visibles aux yeux des passants. Il est important d'être conscient de ce problème et de faire en sorte d'y remédier.

2.1 Display Blindness

Avant de parler d'interaction, il faut d'abord que les passants remarquent l'affichage public. L'espace public étant submergé de nombreux affichages, il est difficile de se démarquer. Ce phénomène est connu sous le nom de *Display Blindness*, à savoir la tendance qu'ont les passants à ne pas remarquer un affichage public. Ils ne vont même pas l'ignorer explicitement, il va simplement passer inaperçu.

Müller et al. (2009) ont mis au point deux types d'affichages publics, un placé dans une université et qui diffusait des informations, et un placé en ville et qui diffusait des publicités. Sur la figure 3 se trouve l'exemple d'affichage public dans une université utilisé par Müller et al. (2009).



FIGURE 3 – Affichage public dans une université (Müller et al., 2009)

Ils ont ensuite observé la fréquence à laquelle les passants regardaient ces différents affichages et ont également interviewé certains de ces passants. Il en est ressorti que les passants ont pour la plupart ignoré l'affichage avec les publicités, sans même savoir ce qu'il y avait dessus. En effet, il diffusait différentes publicités pour les commerces aux alentours, et aucun des passants interviewés ne l'avait remarqué ; ils ont tous supposé qu'il diffusait de la publicité pour le commerce sur lequel était placé le dispositif. Cependant, en ce qui concerne l'affichage diffusant des informations, la plupart avaient effectivement regardé le dispositif et vu les informations. Les auteurs en sont donc venus à la conclusion que les passants ignoraient inconsciemment les affichages qu'ils supposaient comme inintéressants pour eux, ce qui expliquerait le phénomène de display blindness.

C'est un problème reconnu, et le point suivant "Attirer les passants" va permettre de

donner différentes pistes pour le combattre.

2.2 Attirer les passants

Contrairement à une utilisation dans un cadre privé, les utilisateurs des affichages publics n'ont, en général, pas prévu à l'avance d'interagir avec ces affichages. Dès lors, différents éléments sont à prendre en compte afin d'attirer les passants.

Interpeller

Pour arriver à attirer les passants vers le dispositif, il faut déjà arriver à capter son attention.

Huang, Koster, et Borchers (2008) ont décidé d'observer directement sur le terrain différents types d'affichages publics avec des caractéristiques variées pour voir lesquels attireraient le plus le regard. Ils ont noté plusieurs observations intéressantes :

- Un écran placé à hauteur des yeux est plus susceptible d'attirer le regard qu'un écran placé haut. Bien que ce dernier type soit visible de plus loin, les passants sont largement moins susceptibles de le regarder lorsqu'il sont plus proches. Cela s'applique à tous les dispositifs, peu importe le contenu affiché (publicitaire, informatif...).



FIGURE 4 – Écrans placés trop haut (Huang et al., 2008)

Un écran placé plus bas que la hauteur des yeux attire également moins le regard, de manière similaire aux écrans placés plus haut que la hauteur des yeux mais en

plus de cela, ils peuvent être cachés par des gens passant devant.

- Les vidéos attirent beaucoup plus le regard des passants. De plus, quand les informations affichées alternent entre plusieurs images statiques, cela n’attire pas plus le regard des passants. Il semble également qu’ils préfèrent feuilleter des brochures, ce qui impliquerait qu’ils préfèrent avoir une certaine forme de dynamisme, ce qui n’est pas le cas avec des images statiques. Il faut également éviter les changements brusques pour ne pas perturber les passants et les faire fuir.
- Avoir des objets physiques à côté des dispositifs permet d’attirer plus facilement le regard vers ces dispositifs. Dans de nombreux cas, les passants regardaient des objets à proximité de l’écran et ensuite remarquaient l’écran. Il faut cependant faire attention au positionnement des objets, qui doivent être à hauteur de l’écran et donc idéalement à hauteur des yeux.
- Placer les affichages à des endroits “attendus” n’est pas forcément efficace. Par exemple, placer un affichage derrière un comptoir où les gens doivent payer et sont censés regarder n’attire pas plus le regard. Par contre, placer les affichages en prenant en compte le mouvement des gens est une bonne idée. Par exemple, placer un écran en haut des escalators va attirer plus le regard étant donné que l’escalator va vers l’écran.
- Un affichage montrant une vidéo avec les images des caméras filmant l’escalator sur lequel les gens pouvaient se voir a fortement attiré le regard. Cela montre que les gens aiment bien se voir.
- Les petits écrans semblent attirer le regard plus longtemps, les gens se sentant moins exposés et étant donc plus à l’aise qu’avec un large dispositif.

Kukka, Oja, Kostakos, Goncalves, et Ojala (2013) ont décidé de tester comment l’interface graphique d’un affichage public va avoir une influence sur le nombre de passants qui vont interagir avec. Pour cela, ils ont fait tester des signaux faisant varier 3 paramètres différents, à savoir la couleur (coloré ou nuances de gris), l’animation (statique ou animé) et le graphisme du signal (texte ou icône) pour voir quelles combinaisons sont les plus efficaces et attirent le plus d’utilisateurs. Les résultats auxquels ils sont parvenus sont que le texte semble avoir attiré plus de passants que l’icône. Il ne semble par contre pas y avoir de réelle différence entre les signaux colorés et ceux avec des nuances de gris. Cependant, pour les signaux textuels, ceux colorés sont plus efficaces quand ils sont animés et ceux avec des nuances de gris sont plus efficaces quand ils sont statiques. Aussi, si des couleurs doivent être utilisées, des couleurs avec un contraste fort différent est intéressant pour attirer l’œil.

Wang, Boring, et Greenberg (2012) expliquent que la manière d’attirer l’attention des passants doit être choisie avec précaution. D’un côté, une méthode trop subtile peut

échouer et ne pas capter l'attention des passants alors qu'une méthode plus explicite peut sembler intrusive et mal vue par les passants. Il faut donc trouver un juste milieu. Dans leur prototype, le Proxemic Peddler, un affichage publicitaire intelligent s'adaptant aux passants, ils ont choisi d'utiliser une animation afin de capter le regard des passants et ensuite de suivre leur regard. Lorsque le dispositif détectait qu'il perdait l'attention des passants, il tentait de la réacquérir mais seulement une seule fois pour éviter de paraître grossier.

Curiosité

La curiosité est un facteur poussant l'être humain à vouloir apprendre ou tout simplement à découvrir de nouvelles choses. Dans le cadre des affichages publics, les concepteurs devraient jouer dessus afin d'attirer les passants.

Müller, Alt, Schmidt, et Michelis (2010) ont déclaré que la curiosité était un des éléments les plus importants permettant de motiver les passants à interagir avec un affichage public. En voyant l'affichage public, ils doivent avoir une idée de ce qu'ils vont pouvoir faire avec, et comment ils vont le faire. Cependant, il faut tout de même garder un certain niveau d'incertitude pour leur donner envie d'en savoir plus. Ainsi, l'interaction servira à satisfaire leur curiosité.

Lors d'un cas pratique (Ojala et al., 2012), il a pu être observé que la curiosité influençait bien le nombre d'interactions avec un dispositif. Les passants interagissaient avec un affichage public car il était nouveau ou parce qu'ils ne l'avaient jamais remarqué auparavant.

Contexte social

Les interactions avec les affichages publics vont se faire dans un certain contexte social. Le fait d'avoir des gens autour lors d'une interaction avec un dispositif va forcément jouer sur la manière dont les gens vont interagir avec. Comme Müller et al. (2010) l'ont expliqué, cela va dépendre du caractère même des utilisateurs. Une personne timide ne va pas avoir envie d'interagir avec un affichage public pour ne pas se faire remarquer alors qu'une personne extravertie va justement en profiter pour se mettre en avant.

Ils expliquent également que les gens vont parfois éviter d'interagir avec un dispositif pour éviter d'être approchés par d'autres personnes. En effet, les affichages publics permettent souvent à des gens de socialiser autour. Certains peuvent donc avoir envie d'éviter cela.

Valkanova, Walter, Vande Moere, et Müller (2014) ont mis au point un système de vote sur un écran public dans le but d'étudier le taux de participation des passants en fonction de la configuration du système. Plus précisément, ils ont fait varier le degré d'identification

du vote entre trois niveaux différents : un mode couleur où tous les votes sont les mêmes et les gens ne sont pas identifiables, un mode contour où le contour des gens ayant voté est retenu et un mode image où chaque vote contient une photo du votant. Ils ont observé que le fait de pouvoir mieux identifier les gens provoquait plus d'interactions sociales aux alentours du dispositif mais diminuait le nombre de votants.

Brignull et Rogers (2003) se sont attardés sur le comportement social des gens autour d'un affichage public. Plus particulièrement, ils ont cherché à savoir ce qui retenait les gens et les empêchait d'interagir avec un affichage public quand il y avait d'autres personnes autour. Ils se sont rendus compte que l'embarras social était un des points principaux. Les passants ne veulent pas interagir avec un affichage public de peur de sembler ridicule devant les autres en ne sachant pas correctement l'utiliser ou bien en faisant des fautes. C'est pourquoi il est crucial de développer un affichage évitant cela au maximum. Pour cela, avoir un système léger et avec lequel il est simple d'interagir est important. En même temps, il ne doit pas gêner ceux qui ne veulent pas interagir avec.

De plus, interagir avec un affichage public veut dire que les utilisateurs vont rester à un certain endroit et peuvent donc bloquer le chemin des autres passants ou faire du bruit s'ils interagissent en groupe. C'est également un potentiel obstacle qui va faire que certains ne vont pas vouloir interagir avec un dispositif. C'est une observation qui a été faite notamment par Ojala et al. (2012). Sur la figure 5, on peut voir des gens interagir avec le dispositif. On peut également remarquer qu'il y a des bancs en arrière plan mais que ceux à proximité du dispositif ne sont pas occupés. Si ces bancs avaient été occupés, il est possible que les passants auraient évité d'interagir avec le dispositif pour ne pas déranger les personnes sur les bancs.



FIGURE 5 – Interactions en groupe (Ojala et al., 2012)

Brignull et Rogers (2003) ont également cité le fait de laisser aux passants la possibilité d'interagir à distance à l'aide d'un smartphone pour permettre aux passants plus

timides d'interagir avec le dispositif. Cependant, un inconvénient serait que les passants se rapprocheraient moins du dispositif, ce qui réduirait sa visibilité en atténuant le phénomène du *honeypot effect*, qui est expliqué au point "Honeypot Effect".

Plus récemment, Pollock, Perry et Williams (2020) ont passé en revue les différentes avancées dans le domaine. Ils se sont concentrés sur les techniques d'engagement des citoyens et le risque d'embarras social.

Ils ont mis au point un prototype pour tester notamment si l'utilisation de caméras permettant de suivre les utilisateurs et leurs mouvements pouvait augmenter l'attractivité de ces affichages et augmenter la participation des utilisateurs. Cependant, la crise sanitaire mondiale due au COVID-19 ne leur a pas permis de tester leur prototype. Malgré tout, ils s'attendent à ce que leur étude montre que le contenu d'un affichage public ait toujours certaines implications sociales et repousse les passants. Ils expliquent que des techniques d'engagement ciblées auront un impact positif ou négatif en fonction du contenu affiché.

Avoir un affichage public dont le contenu et les techniques d'engagement sont en concordance serait dès lors important.

Leurs attentes suivent un modèle précédemment déterminé par Schroeter, Foth, et Satchell (2012). Ce modèle a pour but d'analyser la capacité d'un système à attirer les passants en se basant sur trois paramètres qui sont : les gens, le contenu, et le lieu. Prendre en compte ces trois paramètres va aider à concevoir un système qui soit le plus pertinent possible et qui va provoquer des retours plus fréquents et de meilleure qualité.

Honeypot Effect

Le contexte social peut également avoir un impact positif sur l'attractivité d'un affichage public. Le *honeypot effect* (en français l'effet pot de miel) en est le parfait exemple. L'idée est que si des personnes interagissent avec un système, cela va encourager les autres à faire de même. Effectivement, voir des personnes autour d'un affichage public va intriguer les autres passants qui vont avoir envie de découvrir pourquoi les utilisateurs de cet affichage sont là. Cela va les pousser à en découvrir plus et à devenir eux-mêmes des utilisateurs directs à leur tour.

Brignull et Rogers (2003) observaient déjà ce phénomène autour de leur dispositif. C'est même eux qui ont inventé le terme de honeypot effect. Ils le définissaient comme une augmentation progressive du nombre de personnes autour du dispositif. Ils ont également voulu tester leur dispositif dans deux endroits différents, à savoir une fête de lancement d'un nouveau livre et une fête d'accueil pour des étudiants, pour voir si le honeypot effect apparaîtrait dans des situations différentes. Dans les deux cas, ils ont pu remarquer ce

phénomène. Ils ont également expliqué qu’une des difficultés principales était d’attirer le premier utilisateur vers l’écran. Ensuite, les autres passants seraient plus susceptibles d’utiliser le dispositif, grâce au honeypot effect. Une solution est d’utiliser une personne aidant à attirer les premiers passants ou encore de placer le dispositif près d’un endroit où beaucoup de gens passent.

Sans utiliser directement le terme de honeypot effect, Peltonen et al. (2008) ont observé que leur prototype d’écran placé en plein centre ville n’échappait pas à ce phénomène. Quand des utilisateurs étaient présents devant et interagissaient avec leur écran, ils attiraient d’autres utilisateurs qui s’arrêtaient parfois simplement pour regarder ou parfois carrément pour interagir avec l’écran à leur tour.

Memarovic et al. (2012) ont également discuté du honeypot effect. Ils ont rajouté qu’il se produisait aussi bien entre des gens qui se connaissaient qu’entre des inconnus. Par exemple, un enfant qui est attiré par un dispositif va entraîner les personnes l’accompagnant vers le dispositif. Pour des inconnus, le simple fait de voir quelqu’un interagir avec le dispositif va donner envie à un passant de s’y arrêter également.

Le principe du honeypot effect est spécialement analysé par Wouters et al. (2016). Ils vont encore plus loin et parlent du concept de *honeypot sweet spot*, à savoir le nombre optimal de participants qui interagissent avec le système, et de *activation loop*, qui est la boucle reprenant le concept du honeypot effect et permettant de faire accrocher des participants au système.

Afin d’optimiser le honeypot effect, il faut trouver un équilibre entre le honeypot sweet spot et l’activation loop afin de maintenir le nombre idéal d’utilisateurs autour du dispositif tout en permettant à de nouveaux utilisateurs d’arriver. Pour cela, plusieurs aspects sont à prendre en compte, comme l’arrangement spatial du lieu, l’interactivité entre les différents types d’utilisateurs (les passants et les utilisateurs directs) et la transition entre ces différentes rôles. Par exemple, pour encourager l’interaction, il est préférable d’avoir un espace confortable à proximité d’où les passants peuvent observer le système.

2.3 Affichages interactifs

Auparavant, les affichages prenaient uniquement la forme d’affiches diffusant statiquement des informations. Les interactions se résumaient dès lors aux regards des passants vers ces affiches. Désormais, les affichages publics peuvent être dynamiques et les passants peuvent les manipuler directement via différents types d’interactions.

Selon Müller et al. (2010), les affichages interactifs peuvent être classés en quatre modèles mentaux différents :

1. Affiche : ce premier modèle concerne l’affiche classique. Comme expliqué précédemment, l’affiche existe depuis longtemps, et est d’abord apparue sous format papier. Les affiches peuvent également être électroniques. Et bien que la plupart se contentent seulement d’afficher sur un écran le même contenu que des affiches en papier, d’autres permettent une interaction. Le système conçu par Ojala et al. (2012) et repris sur la figure 6 en est un parfait exemple.



FIGURE 6 – Exemple d’affichage interactif de type *affiche* (Ojala et al., 2012)

2. Fenêtre : une fenêtre sert à créer un lien entre deux mondes. C’est cette idée que suit ce modèle, à savoir regarder dans un autre monde, mais également permettre à cet autre monde de regarder vers le nôtre. La figure 7 montre l’exemple du Hole-in-Space¹. Il permettait à des passants situés dans deux villes différentes de se voir.



FIGURE 7 – Exemple d’affichage interactif de type *fenêtre* (Hole-in-Space)

3. Miroir : tout comme les miroirs classiques, ce modèle va reprendre une partie du monde réel qui sera réfléchi dans l’affichage mais en étant améliorée. Utiliser une

1. <http://www.ecafe.com/getty/HIS/>

partie du monde réel en changeant son contexte va permettre de donner envie aux potentiels utilisateurs d'interagir.

Müller, Walter, Bailly, Nischt, et Alt (2012) ont déterminé que ce type d'affichage était efficace pour encourager l'interaction. Dans leur système repris en exemple sur la figure 8, on peut voir que le corps de l'utilisateur est utilisé dans l'affichage.



FIGURE 8 – Exemple d'affichage interactif de type *miroir* (Müller et al., 2012)

4. Overlay : de manière similaire au miroir, l'overlay va se servir du monde réel et l'améliorer, mais cette fois-ci en projetant directement dessus. Un avantage de ce type d'affichage est qu'il peut facilement être intégré à l'environnement.

Monastero et McGookin (2018) ont utilisé ce type d'affichage en utilisant une projection des traces de pas des gens sur le sol. Bien qu'il a été utilisé dans un endroit précis, il peut facilement être transposable dans un autre environnement étant donné qu'il suffit de déplacer les projecteurs à un autre endroit.



FIGURE 9 – Exemple d'affichage interactif de type *overlay* (Monastero et McGookin, 2018)

Ces modèles permettent de se rendre compte de la manière avec laquelle les passants vont percevoir les affichages qui les entourent. Bien que tous doivent être pris en compte, le

premier modèle, à savoir celui de l’affiche, reste celui qui est le plus présent.

Au sein même de ces modèles, les affichages peuvent prendre différentes formes. Dans leur enquête recensant 36 articles, Du, Degbelo, et Kray (2017) rapportent que même si la plupart des écrans prennent une forme rectangulaire classique, ils peuvent prendre des formes plus originales tels que des lumières changeant d’apparence, des écrans chainés ou encore un écran recouvrant toute la façade d’un bâtiment. Ils mettent tout de même en avant le fait que les écrans plats, où les utilisateurs peuvent voir les interactions des autres, provoquent un honeypot effect plus fort.

Pour Hinrichs et al. (2013), l’explosion des différents types de dispositifs a étendu le domaine de recherche, qui était auparavant concentré sur des préoccupations techniques, à des aspects tels que la participation et l’engagement des passants.

Veenstra et al. (2015) ont comparé un affichage public interactif avec un affichage public non interactif diffusant le même contenu. Ils ont constaté que le simple fait de rendre l’affichage interactif augmentait son attractivité. Cela est notamment dû au fait que les utilisateurs sont plus engagés et passent plus de temps devant.

2.4 Types d’interactions

Ce point va recenser différentes manières d’interagir explicitement avec un affichage public.

Regard

Il est possible d’utiliser le regard des utilisateurs pour les reconnaître mais aussi pour déterminer ce qu’ils regardent. Cela peut être utilisé comme moyen d’interaction direct avec le dispositif.

Un exemple est le jeu déployé sur un affichage public développé par Khamis, Alt, et Bulling (2015). Ce jeu a permis de tester une interface utilisant le regard comme principal moyen d’interaction dans un environnement public. Il consiste en un jeu de pêche où les utilisateurs doivent maintenir leur regard sur les poissons à pêcher. La plupart des dispositifs utilisant le regard pour interagir nécessitent une période de calibration, ce qui n’est pas faisable pour les affichages publics, étant donné que les interactions sur ceux-ci sont en général très courtes et doivent donc être rendues possibles directement. C’est pourquoi ils ont développé un système ne nécessitant pas de calibration. Les résultats ont montré que les utilisateurs trouvaient ce type d’interaction rapide et réactif.



FIGURE 10 – Jeu de pêche avec le regard (Khamis et al., 2015)

Interface vocale

Une détection vocale près du dispositif peut être utilisée pour faire des estimations sur les passants aux alentours (nombre, centres d'intérêts, etc.) mais aussi pour leur permettre d'interagir directement avec le dispositif.

Un prototype réalisé par Hakulinen, Heimonen, Turunen, Keskinen, et Miettinen (2013) permet l'utilisation du discours pour sélectionner des mots sur une interface. Cependant, il requiert une attention particulière pour éviter d'interpréter des conversations entre les utilisateurs comme des commandes données au système. Dans ce prototype, l'interface par le discours est utilisée en même temps qu'une interface de gestes. Ce sont deux modalités qui fonctionnent en général facilement ensemble.

Fortin, Neustaedter, et Hennessy (2014) ont analysé la manière avec laquelle les gens interagissent en public avec une interface vocale. Pour cela, leur système était composé d'un mégaphone dans lequel les passants pouvaient parler et ensuite les mots qu'ils avaient prononcés étaient projetés sur la façade d'un bâtiment. Ils ont découvert que les gens utilisaient le système pour interagir avec les autres personnes en temps réel dans un espace public et pas seulement car ils étaient intrigués par l'installation.

Gestes

Les gestes peuvent être utilisés pour avoir une interaction explicite et à distance avec le dispositif. De plus, de simples caméras peuvent être utilisées pour la reconnaissance de gestes.

Ren et O'Neill (2012), ont effectué des tests sur les interactions avec des gestes. Ils ont découvert que les menus de sélection ne devaient pas avoir trop d'items pour ne pas perdre les utilisateurs (pas plus de 8 en largeur et 1 en profondeur). Également, les menus en cercle sont intéressants, et la sélection avec une rotation du poignet peut être utilisée.

Avoir des items plus petits au centre et plus grands sur les extrémités est aussi une bonne idée comme la précision du poignet varie en fonction de sa position. Enfin, ils ont découvert qu'il était plus facile de sélectionner avec des mouvements de gauche à droite que de l'arrière vers l'avant.

Comme expliqué au point précédent, le prototype réalisé par Hakulinen et al. (2013) utilisait une interface de gestes en plus du discours pour permettre la navigation dans leur système.

Ren, Li, O'Neill, et Willis (2013) ont également développé un système utilisant les gestes pour naviguer et ont analysé les résultats de la navigation par les utilisateurs. Ils en sont arrivés à la conclusion que ce type d'interaction n'avait presque aucune différence de performance par rapport à une interaction classique via un clavier et une souris. De plus, elle fournit également une expérience plus naturelle pour l'utilisateur mais aussi pour les personnes autour, qui peuvent dès lors plus facilement comprendre ce que l'utilisateur est en train de faire. En contrepartie, ce type d'interface est parfois plus compliqué à utiliser.



FIGURE 11 – Interface gestuelle (Ren et al., 2013)

Finalement, étant donné que de simples caméras permettent l'implémentation d'un tel type d'interaction, le système peut être relativement peu coûteux et cela représente donc une alternative intéressante à l'interface classique du clavier et de la souris pour les affichages publics.

Contrôle à distance

Interagir directement sur le dispositif n'est pas toujours possible. De plus, les différents

utilisateurs ne vont pas tous interagir avec le dispositif à partir du même endroit. Une manière de régler ça est d'utiliser le smartphone des utilisateurs.

Boring et Baur (2013), ont analysé comment les gens interagissaient à l'aide de leur smartphone avec un dispositif placé sur la façade entière d'un immeuble. Pour déterminer la position des utilisateurs, la caméra du smartphone est utilisée. Plus précisément, un mapping est effectué entre l'image du dispositif et l'image captée par la caméra du smartphone de l'utilisateur afin de déterminer sa position. Ils ont observé que les passants plus éloignés avaient une entrée moins précise. De plus, le fait de ne pas être parallèle au dispositif introduit une distorsion qui peut être difficile à éviter.



FIGURE 12 – Immeuble interactif à distance (Boring et Baur, 2013)

Ballendat, Marquardt, et Greenberg (2010) ont quant à eux développé un prototype utilisé sur un écran d'une taille plus commune, à savoir celle d'une télévision classique. En plus d'utiliser la détection du corps des utilisateurs à proximité et leurs gestes, ils ont également utilisé leur smartphone pour interagir avec le dispositif. Cela permet une communication bidirectionnelle, à savoir un transfert de vidéos, d'images ou de musiques du smartphone vers le dispositif et inversement.

Clavier et souris

Il est possible également d'interagir avec un affichage public au moyen de l'interface classique clavier/souris. Bien que cela peut être parfois fastidieux à installer, cela reste un moyen connu et maîtrisé de la plupart des utilisateurs potentiels.

Brignull et Rogers (2003), ont étudié comment se comportaient les gens autour d'un affichage public. Pour cela, ils ont utilisé un dispositif sur lequel les passants pouvaient afficher leur avis à propos d'un sujet diffusé sur un grand écran. Pour ce faire, ils devaient utiliser une interface clavier/souris et simplement exprimer ce qu'ils voulaient.

Ils pouvaient également choisir d'afficher ou non leur nom à côté d'un avatar les représentant. Pour eux, utiliser le clavier et la souris était une manière de rendre l'interaction simple et en même temps non obligatoire autour du dispositif.

Écran tactile

Les affichages publics peuvent aussi être équipés d'une surface tactile pour permettre aux utilisateurs d'interagir directement sur l'écran.

Morris, Huang, Paepcke, et Winograd (2006) se sont intéressés aux gestes coopératifs sur les écrans tactiles. Ils ont trouvé que lorsque des gestes peuvent être utilisés individuellement ou de manière coopérative, il fallait faire attention pour éviter une utilisation non intentionnelle. Aussi, il semble plus naturel que les gestes nécessitant une coopération soient des gestes qui affectent les différents utilisateurs coopérant ensemble. Cependant, il faut faire attention à ce que ces gestes ne soit pas détournés par certains utilisateurs. Enfin, le contact corporel ne semble pas approprié pour des gestes coopératifs dans un environnement de travail. Cela peut cependant l'être pour des activités ludiques comme du dessin.



FIGURE 13 – Gestes coopératifs sur un écran tactile (Morris et al., 2006)

Peltonen et al. (2008), ont développé un dispositif prenant la forme d'un écran de 2,5m de large sur lequel les passants pouvaient interagir tactilement pour manipuler des photos. L'écran permettait à plusieurs groupes d'utilisateurs d'interagir parallèlement ce qui était une bonne chose car cela évitait à certains de devoir attendre leur tour. Cependant, cela a mené à certaines situations indésirables quand, par exemple, certains faisaient grossir les photos et cachaient l'écran pour les autres. Certaines mesures doivent être prises pour éviter que les différents utilisateurs ne se marchent dessus. Un autre constat intéressant est qu'il arrivait souvent que les passants portaient quelque chose dans une de leur main. Il faut en tenir compte pour permettre à un maximum de passants de pouvoir interagir

avec le système.

Coenen, Nofal, et Vande Moere (2019) ont également utilisé des écrans tactiles comme moyen d'interaction avec leur système. Cette fois, il ne s'agissait pas d'un écran de grande taille, mais de plusieurs petits écrans. Ceux-ci étaient disposés à des endroits différents et invitaient les passants à répondre à divers sondages en rapport avec la localité. Ils ont analysé la manière de disposer ces différents affichages et ont découvert que les arranger de manière dispersée semblait amener plus de participation.

Kostakos, Kukka, Goncalves, Tselios, et Ojala (2013) ont choisi d'utiliser un large écran tactile placé à l'entrée d'un établissement sportif pour leur étude. Cette dernière portait sur l'efficacité de raccourcis dans un menu mis en avant pour attirer les passants sur certaines applications. Ils ont déterminé que les applications présentes dans le menu étaient significativement plus utilisées que celles qui n'étaient pas dans ce menu.

2.5 Interaction Blindness

Les différents types d'interactions cités au point précédent permettent d'utiliser les affichages publics de manières différentes. Cependant, avant d'interagir avec ces affichages publics, il faut d'abord que les passants soient au courant qu'ils peuvent interagir avec.

Comme Hakulinen et al. (2013) l'ont expliqué, étant donné la courte durée des interactions des utilisateurs avec les affichages publics, il est important que chaque affichage public révèle rapidement ses possibilités d'interaction.

C'est un défi bien connu des différents concepteurs d'affichages publics et il arrive souvent que les passants ne sachent pas comment interagir avec un affichage public, ou même tout simplement ne remarquent pas que l'affichage est interactif. C'est un phénomène connu sous le nom de *Interaction Blindness*.

Dans leur étude, Ojala et al. (2012) ont effectué des tests sur des affichages publics déployés dans une ville au lieu d'effectuer des tests en laboratoire, qui peuvent passer à côté de la réalité du terrain. Pendant 3 ans, ils ont analysé comment les passants interagissaient avec les affichages publics et ont formalisé différents défis pour les concepteurs. Ils se sont notamment attardés sur le phénomène de interaction blindness. Ils ont découvert que les gens ne savaient pas qu'ils pouvaient interagir avec les affichages car ils ne sont tout simplement pas habitués à ce que de larges écrans soient interactifs. Une manière de résoudre cela est de rendre l'interface plus naturelle. Pour ce faire, la proxémie est une possibilité. Ce concept sera détaillé plus en détail par la suite (voir "Proxémie").

Marquardt et Greenberg (2012) mettent également en avant ce problème. Ils soulignent le fait que le design appliqué aux interfaces graphiques traditionnelles utilisées dans le domaine privé ne peut pas être simplement appliqué aux affichages publics. En effet, il ne peut pas être supposé que les passants porteront leur attention à ces affichages. Il faut dès lors trouver une autre manière de révéler les possibilités d'interaction aux passants. Pour eux également, la proxémie est une possibilité. Elle permettrait d'effectuer une transition plus naturelle entre un système en arrière plan à un système ayant l'attention de l'utilisateur.

2.6 Proxémie

Edward Hall, un anthropologue, est souvent le premier nom qui est associé à ce terme. En effet, c'est lui qui l'a inventé en 1963. Il a sorti un livre sur le sujet 3 ans plus tard, à savoir "The Hidden Dimension" (1966). Dans son livre, il définit la proxémie comme la relation qu'a l'être humain à l'espace qui l'entoure et la manière dont il régit cet espace en le découpant en différentes zones. Ces zones sont découpées en fonction de la distance qu'elles ont par rapport à un individu qui aura un comportement social différent et des attentes différentes en fonction de la zone.

Ces zones sont au nombre de quatre et sont les suivantes :

- Intime : zone la plus proche d'une personne. Lorsque deux personnes sont aussi proches l'une de l'autre, elles sont forcément conscientes de la présence de l'autre et sont à une distance où le contact physique est possible. Cette zone étant, comme son nom l'indique, intime, elle reste peu utilisée en public.
- Personnelle : souvent, cette zone sert en quelque sorte de protection pour maintenir les autres à une distance minimum. Une personne présente dans cette zone est en générale proche, comme par exemple un partenaire amoureux.
- Sociale : c'est dans cette zone que la plupart des contacts sociaux se font. Que ça soit pour des personnes travaillant ensemble, ou tout simplement des amis discutant entre eux.
- Publique : à une telle distance, une personne va inconsciemment détecter ce qu'il se passe mais sans y faire attention. Une simple discussion est rendue difficile et est donc peu commune.

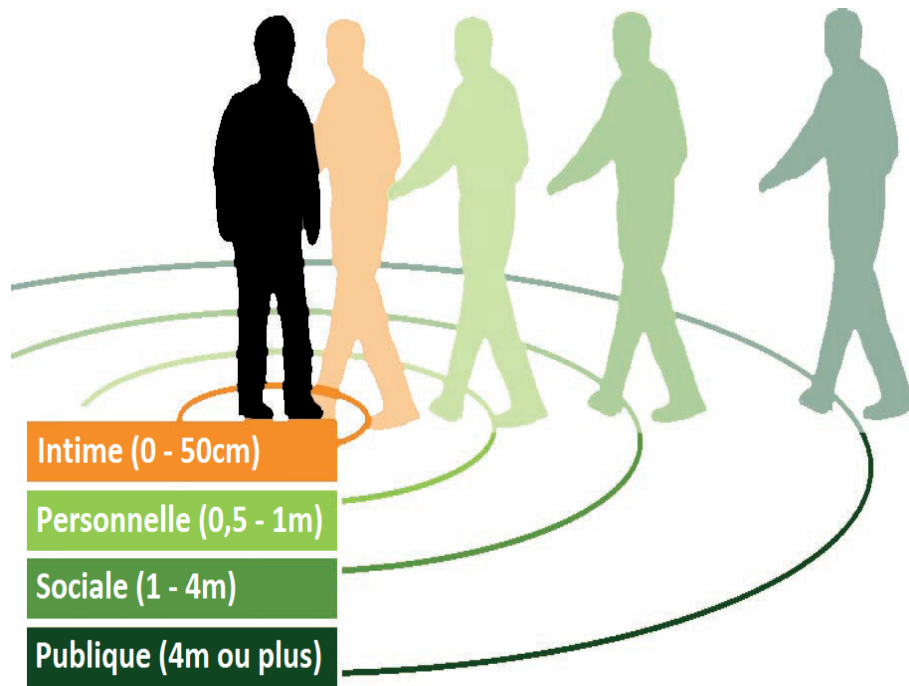


FIGURE 14 – Les différentes zones proxémiques (Marquardt et Greenberg, 2012)

2.6.1 L'adaptation au corps des passants

En utilisant la proxémie, le corps des passants devient un moyen d'interaction avec un système. Contrairement aux différents types d'interactions cités précédemment qui permettent d'interagir explicitement, la proxémie utilise le corps des passants de manière implicite. Cela permet d'avoir une interaction plus naturelle et d'attirer les passants. Une fois leur attention captée, l'interaction explicite peut enfin être utilisée.

Présence

Le simple fait de détecter quelqu'un devant un dispositif va entraîner une interaction avec ledit dispositif. Souvent, cette interaction va servir à attirer le passant vers une interaction plus explicite.

C'est le cas notamment du Hello.Wall (Prante et al., 2003) qui détecte les personnes à proximité et se sert des informations telles que la distance et l'identité de la personne pour réagir, du Proxemic Peddler (Wang et al., 2012) qui détecte les passants et tente de les attirer en réagissant à leur présence, ou encore du prototype réalisé par Vogel et Balakrishnan (2004), qui tente également d'attirer les passants pour leur permettre une interaction plus directe.

Dans chacun des exemples cités, la détection de la présence d'utilisateurs à proximité du dispositif est utilisée avec un autre type d'interaction. Cela démontre bien l'importance

de combiner ce type d'interaction avec d'autres.

Position du corps

En plus de détecter la présence d'un utilisateur devant l'écran, sa position exacte peut être déterminée et utilisée.

Par exemple, dans le prototype réalisé par Vogel et Balakrishnan (2004), une zone sur l'écran en face du corps de l'utilisateur est mise en évidence, pour lui signaler qu'une zone lui est dédiée sur l'écran. Il peut alors se rapprocher de l'écran pour interagir avec.

Posture du corps

La posture du corps de l'utilisateur peut également être utilisée. De cette manière, une réaction adéquate du système peut être fournie.

Par exemple, le Proxemic Peddler (Wang et al., 2012) peut faire la différence entre une personne qui s'éloigne et une qui se rapproche de l'écran. Quant au prototype réalisé par Vogel et Balakrishnan (2004), il distingue un utilisateur qui fait face au dispositif d'un utilisateur qui ne fait que passer devant.

Les 5 dimensions de base

Il est possible d'aller encore plus loin et d'utiliser le corps des passants de manière plus précise. Greenberg, Marquardt, Ballendat, Diaz-Marino, et Wang (2010) proposent de décomposer l'utilisation du corps des utilisateurs selon 5 dimensions :

- **Distance** : la distance représente simplement l'espace qui sépare plusieurs entités, comme par exemple la distance entre un utilisateur et l'écran. Cette dimension permet d'utiliser les différentes zones proxémiques.
- **Orientation** : l'orientation va déterminer dans quelle direction une entité est tournée. Elle peut être utilisée pour déterminer si l'utilisateur fait face à l'écran ou non.
- **Mouvement** : combine le changement de distance et d'orientation dans le temps. Permet, par exemple, de se rendre compte si un utilisateur se rapproche ou s'éloigne de l'écran.
- **Identité** : l'identité représente le fait de faire la différence entre plusieurs entités, et donc par exemples entre plusieurs utilisateurs différents.
- **Lieu** : l'interaction va se dérouler dans un lieu précis ayant ses caractéristiques propres. C'est ce à quoi cette dimension va faire attention.

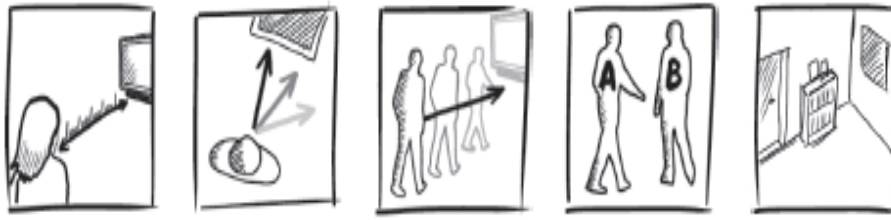


FIGURE 15 – Les 5 dimensions (de gauche à droite) : distance, orientation, mouvement, identité, et lieu (Greenberg et al., 2010)

2.6.2 Les paramètres d’adaptation supplémentaires

En plus d’utiliser le corps des passants comme paramètre d’adaptation, il est possible de s’adapter implicitement à d’autres éléments.

Le nombre de personnes

Ballendat et al. (2010) ont développé un lecteur réagissant aux personnes à proximité. Il réagit aux personnes entrant dans la pièce où il se trouve et à la distance qui le sépare de ces personnes. Il affiche des images de grandes tailles aux utilisateurs éloignés pour permettre une meilleure lisibilité, et affiche des informations plus détaillées au fur et à mesure que les utilisateurs s’approchent. Si quelqu’un est installé pour regarder une vidéo et qu’un autre utilisateur arrive dans la pièce, le lecteur va brièvement afficher une courte description de la vidéo pour le nouvel utilisateur tout en évitant de déranger celui qui regarde. Cet affichage réagit différemment en fonction du nombre de personnes présentes.

L’historique des interactions

Le Proxemic Peddler (Wang et al. (2012)) tente d’abord de capter l’attention des passants en utilisant des animations rapides afin d’attirer le regard. Une fois que c’est fait, il ralentit pour donner envie aux passants de s’approcher et de regarder plus en détail, puis ensuite d’interagir directement sur l’écran. Le Proxemic Peddler propose également de retenir l’historique des interactions d’un utilisateur. Cela permettrait, par exemple, d’éviter des répétitions ou de savoir s’il vient d’une phase avec plus d’attention vers une avec moins d’attention, ou l’inverse, et ainsi d’adapter le comportement du dispositif d’affichage.

L’angle de vue

Dostal, Kristensson, et Quigley (2013) ont proposé d’utiliser l’angle de vue vertical et l’angle de vue horizontal comme point d’adaptation. Il est en effet possible de les utiliser et d’afficher un contenu différent en fonction de l’angle avec lequel l’utilisateur regarde

l'écran. Ils ont pour cela mis au point deux prototypes d'affichages, chacun utilisant un type d'angle comme paramètre. Un représente un panneau affichant les horaires de train et serait utilisé dans une gare où il serait placé en hauteur, d'où l'angle de vue vertical varierait facilement. En fonction de l'angle, plus ou moins de détails seraient affichés. Cet affichage est repris sur la figure 16. L'autre serait simplement un lecteur vidéo qui pourrait être utilisé n'importe où. En fonction de l'angle horizontal avec lequel le spectateur regarderait l'écran, des sous-titres pourraient, ou non, être affichés.

Cependant, la technologie permettant ceci n'est pas encore optimale, les affichages étant peu agréables à regarder et pouvant dès lors repousser les passants. Le haut de la figure 16 montre à quoi ressemble l'affichage diffusant les horaires de train. Étant donné qu'il est peu lisible de base, et qu'il l'est encore moins sur la photo, une représentation schématique de ce qui est affiché est également présente sur le bas de la figure pour permettre une meilleure lisibilité.

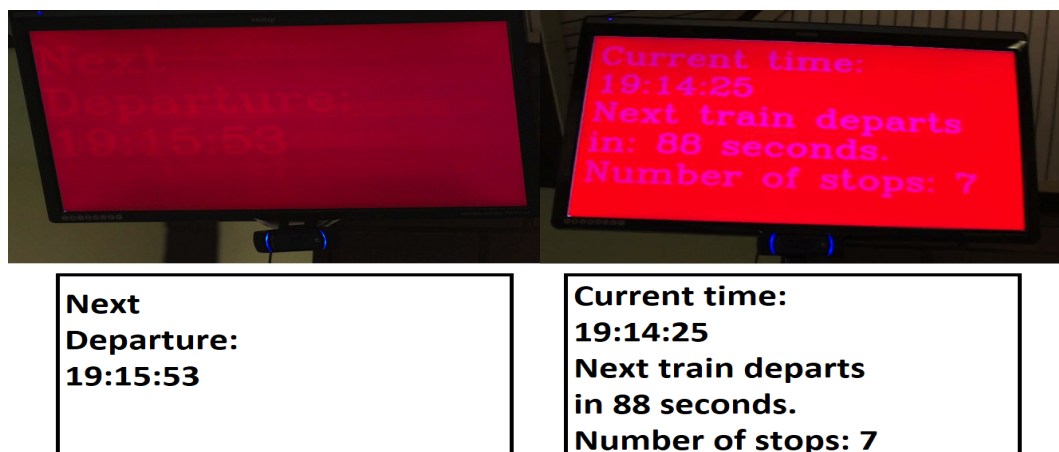


FIGURE 16 – Contenu différent en fonction de l'angle de vue (Dostal, Kristensson, et Quigley, 2013)

2.6.3 La proxémie comme solution

Comme introduit précédemment, la multiplication des affichages publics et leur évolution en affichages électroniques et interactifs a fait émerger de nouvelles possibilités mais également de nouveaux défis. La proxémie est une manière de répondre à ces différents défis. Marquardt et Greenberg (2012) ont relevé 6 de ces défis majeurs et ont proposé une manière d'y répondre grâce à l'exploitation de la proxémie.

Révéler les possibilités d'interaction

Les points précédents "Display Blindness" et "Interaction Blindness", ont mis en avant deux problèmes majeurs qui sont le fait que les passants ne remarquent pas les affichages,

ou encore qu'ils ne savent pas qu'ils peuvent interagir avec. Une solution est d'utiliser la proxémie pour résoudre ces problèmes en captant l'attention des passants et en révélant de manière naturelle que le système est interactif. Pour ce faire, il est possible de réagir aux personnes passant à proximité du dispositif afin de les attirer progressivement.

Différencier les actions

Il est parfois difficile pour un dispositif de faire la différence entre des actions qui lui sont destinées et des actions qui ne le sont pas. L'utilisation de la proxémie et de ses dimensions de base peuvent résoudre ce problème. Se baser sur la distance et l'orientation d'un utilisateur peut aider à déterminer si un utilisateur s'adresse ou non à un système. D'autres caractéristiques comme le lieu dans lequel se trouve le dispositif ou encore les mouvements des utilisateurs peuvent également jouer.

Établir des connexions

Il est possible d'interagir avec un dispositif à l'aide d'un autre appareil comme par exemple un smartphone. Cependant, il peut être compliqué pour le système de savoir à quels périphériques il doit se connecter. Utiliser la proxémie et des paramètres comme la distance et l'identité des appareils détectés peut aider à établir des connexions plus appropriées.

Fournir un feedback

Un système doit pouvoir prévenir l'utilisateur de l'état dans lequel il se trouve et des actions qu'il est en train d'effectuer. Ce n'est pas toujours facile, et encore moins pour un affichage public. La proxémie peut aider à adapter les retours fournis aux utilisateurs en fonction de différents paramètres pour qu'ils soient plus cohérents.

Éviter et corriger les erreurs

Lors de la manipulation d'un système, les utilisateurs font souvent des erreurs. Il est dès lors essentiel qu'ils s'en rendent compte et qu'ils puissent les corriger. Adapter les actions possibles à la distance à laquelle se trouvent les utilisateurs est une solution, de cette manière ils pourraient simplement changer de zone pour annuler l'action qu'ils étaient en train d'effectuer. Une autre manière de faire serait de permettre l'annulation d'un geste en effectuant simplement ce geste dans le sens inverse.

Gérer la vie privée et la sécurité

Étant donné que dans certains systèmes de nombreux périphériques peuvent se connecter ou encore que plusieurs utilisateurs peuvent avoir une utilisation simultanée,

une attention particulière doit être portée à la vie privée et à la sécurité. Avoir un système prenant en compte la distance de l'utilisateur pour l'authentification ou encore affichant les informations plus sensibles seulement lorsque l'utilisateur est proche sont des solutions possibles grâce à la proxémie.

3 Prototypage

L'état de l'art vient de démontrer que les affichages publics nécessitent une attention particulière par rapport aux systèmes développés pour le domaine privé. Un point important est d'arriver à se démarquer auprès des passants et leur donner envie d'interagir avec le dispositif. La proxémie est une solution à cette problématique. Elle offre la possibilité de s'adapter aux passants et rendre ainsi l'interaction plus naturelle. Cependant, différents paramètres doivent être pris en compte pour permettre une adaptation qui soit la plus adéquate possible. Les paramètres sélectionnés seront décrits par la suite.

Afin de tenter de répondre à notre question de recherche, un prototype tenant compte des différents éléments appris lors de l'état de l'art sera développé.

3.1 Cadre d'utilisation

De nombreuses décisions doivent être prises au sein des universités. Que ça soit l'organisation d'événements, le ressenti général sur le campus ou aux alentours, la construction de nouvelles infrastructures... Lorsqu'une décision impactant un grand nombre de personnes est prise, il faut faire en sorte qu'elle convienne au plus grand nombre d'entre elles. Prendre une décision qui convient à tout le monde n'est parfois pas possible et il faut donc faire des compromis. En théorie, la solution est simple : il suffit de récolter l'avis des personnes concernées et de se baser dessus. En pratique, c'est tout autre.

Cette étape de récolte des avis est souvent laborieuse. Certains sont enclins à donner leur avis et le font volontiers, mais pour d'autres, ils ne le font que s'ils y sont obligés. Pour appuyer ces dires, voici le taux de participation au premier tour de l'élection du nouveau recteur de l'UNamur, qui s'est déroulé du 11 au 12 mars 2021 : 33,76% (95,1% pour le personnel académique, 63,4% pour le personnel scientifique, 78,13% pour le personnel administratif, technique et de gestion et 27,35% pour les étudiants).

Comme on peut le voir, le taux de participation varie énormément selon la fonction des répondants. Le chiffre le plus frappant est le faible taux de participation des étudiants. Pourtant, les étudiants représentent plus de 80% de la population présente à l'université. Il est dès lors crucial de trouver une solution à ce problème pour augmenter la participation des étudiants.

De nos jours, les avis sont principalement récoltés numériquement. Or, lorsque les étudiants sont chez eux, hormis les moments pendant lesquels ils étudient, ils ne pensent que peu à ce qu'il se passe à l'université. Et quand ils sont sur le campus universitaire,

ils sont soit en cours, soit en train d'étudier ou encore en train de se détendre avec leurs amis. S'ils passent du temps sur un écran, c'est pour effectuer une des trois activités qui viennent d'être citées ou encore parfois pour consulter leur horaire de cours.

Mais alors, comment faire pour recueillir l'avis des étudiants ?

La solution proposée est de passer par un écran public situé sur le campus. Les étudiants pourront ainsi partager leur avis en répondant à des questions diverses. L'avantage d'avoir un affichage public est qu'il sera visible par plusieurs personnes en même temps, ainsi les étudiants n'auront pas l'impression de se couper des autres en interagissant avec le dispositif. L'attention sera portée sur le caractère adaptatif du système. L'objectif sera de savoir si le fait d'avoir un système adaptatif va apporter quelque chose de plus par rapport à un système non adaptatif.

3.2 Sélection des paramètres d'adaptation

Comme expliqué au point "Méthodologie", le modèle de processus mis au point par Clarinval et al. (2019) a été utilisé pour mieux sélectionner les différents paramètres d'adaptation. Afin de faciliter cette prise de décision, ils ont découpé chaque paramètre d'adaptation en 5 dimensions, chacune correspondant à une des 5 grandes questions en W en anglais :

- Intérêt de l'adaptation (Why) : pourquoi une adaptation peut aider à augmenter la participation citoyenne ?
- Source (Who) : qui va entraîner l'adaptation ?
- Cible (What) : quelle fonctionnalité va être adaptée ?
- Temps (When) : quand l'adaptation doit-elle avoir lieu ?
- Approche (hoW) : comment l'adaptation va-t-elle se dérouler ?

La figure 17 reprend ces 5 dimensions sous forme de schéma et montre comment celles-ci sont liées. Tout d'abord, il faut déterminer en quoi une adaptation est pertinente (Why). Ensuite, il faut définir ce qui va entraîner cette adaptation, c'est-à-dire la source (Who). Puis, il faut également déterminer quelle fonctionnalité va être visée par cette adaptation (What). Enfin, il faut décider quand (When) et comment (hoW) cette adaptation va avoir lieu.

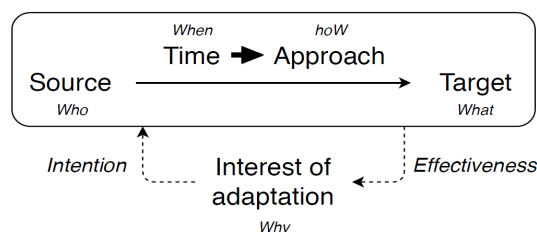


FIGURE 17 – Schéma du modèle de processus de Clarinval et al. (2019)

3.3 Profil moyen des utilisateurs

Le profil moyen des utilisateurs peut avoir une influence sur pratiquement tout : question posée, formulation de la question, manière de répondre... Or, faire une différence entre deux passants différents en face d'un même dispositif est compliqué sans une technologie précise et coûteuse, qui pourrait de surcroît être intrusive (analyse du corps et analyse faciale). C'est pourquoi il a été choisi de faire des estimations sur le public moyen en fonction de différentes informations telles que le lieu dans lequel est placé le dispositif, l'heure de la journée... et de choisir des caractéristiques plus précises lorsque le public moyen peut être ciblé, ou alors des caractéristiques plus générales lorsque le public moyen est plus varié.

Dans notre cas, le profil moyen des utilisateurs ciblés correspondra à celui d'un étudiant du campus universitaire de Namur. En effet, il a été choisi de placer le dispositif à l'entrée de la Bibliothèque Universitaire Moretus Plantin, se trouvant sur le campus de l'Université de Namur. Des étudiants de tous les domaines d'études seront donc présents.

Le tableau 1 reprend plusieurs traits du profil des utilisateurs ayant une influence sur les fonctionnalités du système. Ce tableau a été établi en se basant en partie sur le modèle de processus défini par Clarinval et al. (2019).

	Source (Who)	Cible (What)
1	Age des utilisateurs	Type d'interaction
		Forme de la réponse
		Question posée
2	Domaine professionnel des utilisateurs	Question posée

TABLE 1 – Traits du profil ayant une influence sur le système

Age des utilisateurs

En fonction de l'âge des utilisateurs, le type d'interaction peut être différent. Des utilisateurs plus jeunes pourraient préférer une interaction avec des gestes car plus ludique alors que des utilisateurs plus âgés pourraient préférer une interaction tactile directement sur l'écran car plus sérieuse. Des personnes plus âgées et moins habituées aux dernières technologies pourraient également avoir du mal avec un type d'interaction moins classique.

En ce qui nous concerne, les étudiants étant pour la plupart habitués à manipuler les outils technologiques, le type d'interaction peut être plus complet. Il regroupe donc plusieurs types d'interactions, comme un écran tactile, et des gestes détectés par une caméra.

La réponse peut également prendre une forme différente en fonction de l'âge des utilisateurs. Pour des utilisateurs plus jeunes, des réponses pré-construites qu'il faudrait seulement sélectionner pourraient être plus adaptées alors que pour des utilisateurs plus âgés, un espace permettant de personnaliser sa réponse serait plus adéquat.

Pour notre système, la forme des réponses peut varier. Les étudiants peuvent répondre rapidement mais il leur est également possible de personnaliser leurs réponses à l'aide de commentaires.

Enfin, l'âge moyen des utilisateurs peut aussi influencer la question posée. Un dispositif ciblant des utilisateurs en moyenne relativement jeunes pourrait afficher une question différente que s'il ciblait des utilisateurs en moyenne plus âgés. Évidemment, certaines questions peuvent être pertinentes dans les deux cas, mais toutes ne le sont pas forcément.

Dans notre cas, les questions seront donc orientées vers ce qui concerne et intéresse les étudiants, qui ont une moyenne d'âge relativement jeune (environ 22 ans). Les questions concerneront aussi bien ce qu'il se passe sur le campus (ex : "Souhaiteriez-vous voir plus de fontaines à eau sur le campus?") qu'en dehors (ex : "Trouvez-vous que la ville de Namur est sûre?").

Domaine professionnel des utilisateurs

Le domaine professionnel des utilisateurs pourrait également influencer la question. Ainsi, si les questions sont plus précises en fonction du domaine, des questions posées à des étudiants en informatique pourraient être différentes de celles posées à des étudiants en médecine.

Enfin, la question posée pourrait également différer en fonction des hobbies des utilisateurs. Les questions posées à des fans de foot seraient différentes de celles posées à

des fans de jeux vidéo. En ce qui nous concerne, les hobbies des étudiants restent assez variés et il n'est pas réellement possible de faire une généralisation. Cependant, si le prototype venait à être utilisé dans un autre lieu avec des profils plus précis, c'est un paramètre qui pourrait être pris en compte.

Liste des points influençant le profil des utilisateurs

Cette liste va énumérer les différents point influençant le profil moyen des utilisateurs.

1. **Emplacement** : l'emplacement du dispositif peut influencer le profil des utilisateurs. Dans notre cas, il sera à l'entrée de la bibliothèque universitaire de Namur, le but étant de viser un maximum les étudiants de cette université.
2. **Moment** : le moment peut influencer le profil des utilisateurs. Notre dispositif étant placé à l'entrée de la bibliothèque, le profil général ne changera pas et restera principalement des étudiants. Cependant, le domaine d'étude des étudiants peut varier, en fonction de l'horaire de cours de ces derniers. L'affluence peut également varier en fonction du moment. Un samedi à 18h en début d'année ne seront présents que quelques étudiants alors qu'un mardi à 13h en plein semaine d'examens, la bibliothèque sera remplie.

Un événement spécial à proximité du dispositif pourrait également avoir une influence sur le profil des utilisateurs. En ce qui nous concerne, ce point aura peu d'influence étant donné qu'il n'y a presque aucun événement spécial à la bibliothèque.

3.4 Fonctionnalités et contextes

La liste ci-dessous définit les différentes fonctionnalités du système. Ensuite, se trouve une autre liste contenant différents contextes influant sur ces fonctionnalités.

3.4.1 Fonctionnalités

L'objectif du système sera de récolter l'avis des passants sur les diverses questions qui seront diffusées.

Voici la liste des fonctionnalités de ce système :

- Afficher une question invitant les passants à répondre.
- Changer la question affichée.
- Permettre aux passants de répondre de différentes manières :

- Directement sur l'écran, via un écran tactile.
- A distance, via une caméra détectant les mouvements des utilisateurs et reconnaissant où ils pointent sur l'écran.
- Permettre aux passants de choisir la forme de la réponse :
 - Choisir entre différentes réponses prédéfinies qu'il suffit de sélectionner.
 - Apporter, ou non, des précisions sur la réponse via un commentaire.
- Afficher les réponses ayant déjà été données.
- Varier l'affichage de ces réponses.
 - Afficher les réponses dans un graphique sans détail.
 - Faire varier graduellement le niveau de détail du graphique.
 - Faire apparaître et disparaître un voile occultant les réponses.
 - Faire apparaître dans ce voile des bulles correspondant aux utilisateurs présents et permettant de voir les réponses à travers le voile.
 - Faire varier la taille des bulles correspondant aux utilisateurs en fonction de leur orientation et leur distance par rapport à l'écran.
- Partager l'écran en plusieurs zones.

3.4.2 Contextes

Les contextes listés ci-dessous vont avoir une influence sur le système qui s'adaptera à eux :

- Aucun utilisateur n'est présent à proximité ($> 4\text{m}$).
- Un utilisateur est détecté de loin par le système (entre 1m et 4m).
- Un utilisateur est de profil devant le système.
- Un utilisateur est dans la deuxième zone la plus proche du système (entre $0,5\text{m}$ et 1m).
- Un utilisateur est dans la zone la plus proche du système (0 à 50cm).
- Un utilisateur voyage entre les différentes zones devant le système.
- Plusieurs utilisateurs sont détectés par le système et sont à la même distance du système.
- Plusieurs utilisateurs sont détectés par le système et sont à une distance différente du système.
- Plusieurs utilisateurs sont détectés par le système et sont à moins de 20 cm l'un de l'autre.

- Plusieurs utilisateurs sont détectés par le système et sont à plus de 1 m l'un de l'autre.
- Plusieurs utilisateurs proches les uns des autres interagissent avec le système.
- Un utilisateur interagissant avec le système s'éloigne.

3.5 Paramètres d'adaptation

Sur base du modèle de processus établi par Clarinval et al. (2019), plusieurs paramètres d'adaptation ont été sélectionnés. Le tableau 2 va définir ces différents paramètres et l'influence qu'ils ont sur les différentes fonctionnalités du dispositif.

	Source (Who)	Temps (When)	Approche (hoW)	Cible (What)	Intérêt de l'adaptation (Why)
1	Distance de l'utilisateur	Dynamique	Context-aware	Informations affichées	Attirer les participants
2	Distance de l'utilisateur	Dynamique	Context-aware	Type d'interaction	Faciliter l'utilisation du dispositif
3	Emplacement de l'utilisateur	Dynamique	Context-aware	Espace d'interaction	Faciliter l'utilisation du dispositif
4	Orientation de l'utilisateur	Dynamique	Context-aware	Informations affichées	Attirer les participants
5	Nombre d'utilisateurs présents	Dynamique	Context-aware	Informations affichées	Convenir au plus grand nombre
6	Relation entre les utilisateurs présents	Dynamique	Context-aware	Partage de l'écran	Convenir au plus grand nombre
7	Historique des zones d'interaction	Dynamique	Context-aware	Informations affichées	Retenir les participants

TABLE 2 – Paramètres sélectionnés sur base du modèle de processus de Clarinval et al. (2019)

1

Les informations affichées peuvent dépendre de la distance de l'utilisateur. Les résultats

de la question peuvent être affichés ou non à l'utilisateur en fonction de sa distance par rapport à l'écran. Si l'utilisateur se trouve loin, un voile masquant les réponses se trouvera sur l'écran. Une bulle laissant apparaître une partie des réponses apparaîtra sur l'écran si un utilisateur est détecté dans la zone de 1m à 4m de l'écran. Cette bulle représentera l'utilisateur et s'adaptera à sa position, sa distance et son orientation par rapport à l'écran. Les réponses pourront aussi prendre différentes formes en fonction de la distance de l'utilisateur. Si l'utilisateur a franchi le premier seuil (à 1m de l'écran) et que les réponses sont révélées avec un premier niveau de détail, les réponses ne seront affichées que sous formes d'un graphique général. S'il s'approche encore et franchit le deuxième seuil (à 50cm de l'écran) le niveau de détail augmentera, apportant des précisions sur les réponses.

Ces distances ont été déterminées sur base des différentes zones proxémiques établies dans la littérature. Pour résumer ces différentes zones par rapport à notre prototype, voici l'illustration de Marquardt et Greenberg (2012) adaptée à notre prototype.

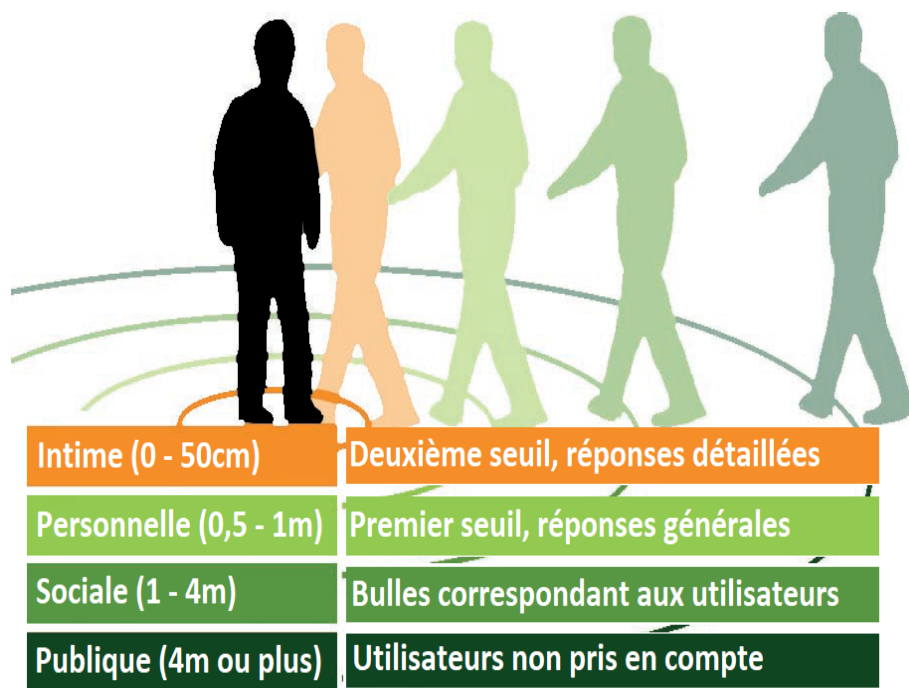


FIGURE 18 – Les différentes zones du prototype

S'adapter à la distance des utilisateurs permet d'attiser leur curiosité et de les inciter à se rapprocher de l'écran. Des utilisateurs proches de l'écran peuvent également rendre le dispositif plus attirant aux yeux des autres utilisateurs, ceci étant expliqué par le honeypot effect (voir point "Honeypot Effect").

2

Le type d'interaction peut également varier en fonction de la distance à laquelle se trouve l'utilisateur par rapport à l'écran. Un utilisateur trop loin ne pourra pas interagir avec l'écran. Arrivé au premier seuil, à savoir 1m, il pourra interagir à l'aide de gestes avec le dispositif. Pour cela, il pointera sa main vers l'écran qui agira comme un curseur de souris. Il pourra encore se rapprocher, et une fois à 50 cm de l'écran, il pourra interagir directement sur l'écran tactile.

Faire varier le type d'interaction en fonction de la distance de l'utilisateur va permettre d'optimiser le type d'interaction. Un utilisateur trop loin de l'écran ne pourra pas le toucher directement et il lui sera impossible d'utiliser l'écran tactile, alors qu'un utilisateur trop proche de l'écran sera gêné dans ses mouvements et une interaction avec des gestes sera compliquée. De plus, cela permettra également à plusieurs utilisateurs à des distances différentes d'interagir en même temps avec le dispositif.

3

L'emplacement de l'utilisateur devant l'écran peut être pris en compte. Si un utilisateur se trouve sur la gauche de l'écran, il peut répondre à la question posée dans un espace qui se trouvera devant lui. Si par contre il se déplace vers le centre, l'espace pour répondre à la question posée sera au centre. Cela concerne le cas où l'utilisateur se trouve proche de l'écran et interagit directement sur l'écran ou encore s'il se trouve plus loin de l'écran et répond avec des gestes.

Grâce à cette adaptation, les utilisateurs auront plus facile à utiliser le système et seront plus enclins à le faire. Combiner une adaptation à l'emplacement de l'utilisateur avec une adaptation à la distance de l'utilisateur va permettre de rendre le système plus facile et pratique à utiliser.

4

L'orientation peut être utilisée pour déterminer si l'utilisateur fait face ou non à l'écran. Un utilisateur faisant face à l'écran aura plus de chance d'avoir son attention sur l'écran contrairement à un utilisateur ne lui faisant pas face. On peut dès lors adapter les réactions du système. Premièrement, la bulle représentant l'utilisateur et présente lorsque l'utilisateur est loin pourra être adaptée en fonction de l'orientation de l'utilisateur. Un utilisateur de profil aura une bulle plus fine comparée à un utilisateur de face pour monter à l'utilisateur que la bulle lui correspond. De plus, si un utilisateur est de profil, la bulle clignotera pour tenter d'attirer son attention vers l'écran.

Une autre réaction sera produite si l'attention de l'utilisateur est perdue alors qu'il utilisait l'écran. Par exemple, s'il est proche de l'écran et que le système détecte qu'il se

tourne et porte son attention ailleurs, les informations clignoteront pour tenter de capter son attention à nouveau. C'est une technique notamment utilisée par Wang et al. (2012) avec leur panneau publicitaire intelligent tentant de récupérer l'attention d'un utilisateur lorsqu'il la perd.

S'adapter à l'orientation des utilisateurs va donc permettre de mieux s'adapter à leur niveau d'attention et de jouer là-dessus.

5

Le nombre d'utilisateurs en face du dispositif a également une influence sur les informations affichées. Si plusieurs utilisateurs se trouvent loin de l'écran, une bulle correspondant à chacun des utilisateurs apparaîtra et s'adaptera à leur distance et leur orientation par rapport à l'écran.

Si aucun d'eux ne se trouvent assez proche que pour révéler entièrement l'écran, chacun aura une bulle inversement proportionnelle à la distance le séparant de l'écran. Ainsi, un utilisateur plus proche aura une plus grosse bulle devant lui qu'un utilisateur éloigné.

Si un utilisateur se trouve assez proche de l'écran que pour en révéler la totalité, un niveau de détail correspondant au seuil (premier ou deuxième) auquel il se trouve sera affiché. Une bulle en pointillés sera affichée pour chacun des utilisateurs éloignés pour leur montrer qu'ils sont tout de même pris en compte.

Cette adaptation permet de rendre le système utilisable par un maximum d'utilisateurs en même temps. Dans le cas où un utilisateur est proche de l'écran et que le système favorise ce dernier, comme pour le point précédent, le honeypot effect entrera en jeu pour contrebalancer le fait que les utilisateurs plus éloignés seront défavorisés.

6

La relation entre les utilisateurs présents peut jouer sur le partage de l'écran afin d'avoir une utilisation en parallèle ou une utilisation collaborative. Pour estimer si les utilisateurs présents se connaissent, une estimation de la distance entre eux sera faite pour savoir s'ils sont proches ou non. Cette information peut être utile et permettre à des personnes se connaissant d'utiliser l'écran différemment de deux personnes ne se connaissant pas. Par exemple, si deux personnes sont proches et au centre de l'écran, l'écran entier pourra être utilisé par ces deux personnes. Par contre, si deux personnes se trouvent aux deux extrémités de l'écran, on peut supposer qu'elles ne se connaissent pas et que dès lors il faut permettre une utilisation en parallèle pour chacun des utilisateurs. Une manière de faire est de fournir à chaque utilisateur un espace pour répondre à la question.

Une telle adaptation permet à un maximum d'utilisateurs d'utiliser le dispositif en même

temps. Cette adaptation est en réalité une extension de l'adaptation du point précédent, et qui optimise cette dernière.

7

Le dispositif peut tenir compte de l'historique des zones d'interaction par lesquelles passe un utilisateur. Un utilisateur passant d'une zone d'interaction éloignée à une zone plus proche ne devrait pas voir la même chose qu'un utilisateur arrivant à cette même zone mais venant d'une zone plus proche.

Par exemple, si un utilisateur est proche de l'écran (et donc au deuxième seuil) et parcourt les informations plus détaillées, s'il s'éloigne et revient au niveau du premier seuil, un commentaire sur une information qu'il aura vue avant sera mise en avant. Alors que pour un utilisateur arrivant seulement au niveau du premier seuil, seules les informations générales sur la question principale seront affichées.

Cette adaptation servira principalement à retenir un participant qui serait sur le point d'arrêter son interaction avec le système. A nouveau, garder constamment des utilisateurs proches du système permettrait d'augmenter son intérêt grâce au honeypot effect.

3.6 Scénarios

Dans cette section plusieurs scénarios différents servent à illustrer la manière avec laquelle le système adapte ses fonctionnalités aux utilisateurs.

Dans chacun des cas, les scénarios sont interruptibles. Cela signifie que les scénarios peuvent être interrompus à tout moment par les utilisateurs, qui peuvent donc s'éloigner quand ils le veulent de l'écran. Dans ce cas, l'écran retournera simplement à l'état précédent.

Les schémas représentant les différents scénarios sont disponibles en annexe.

3.6.1 Un seul utilisateur

Ce point décrit le scénario classique et principal dans lequel un utilisateur est détecté par le système et répond à la question affichée. La figure 19 reprend la succession des différents wireframes représentant ce que l'utilisateur verra.

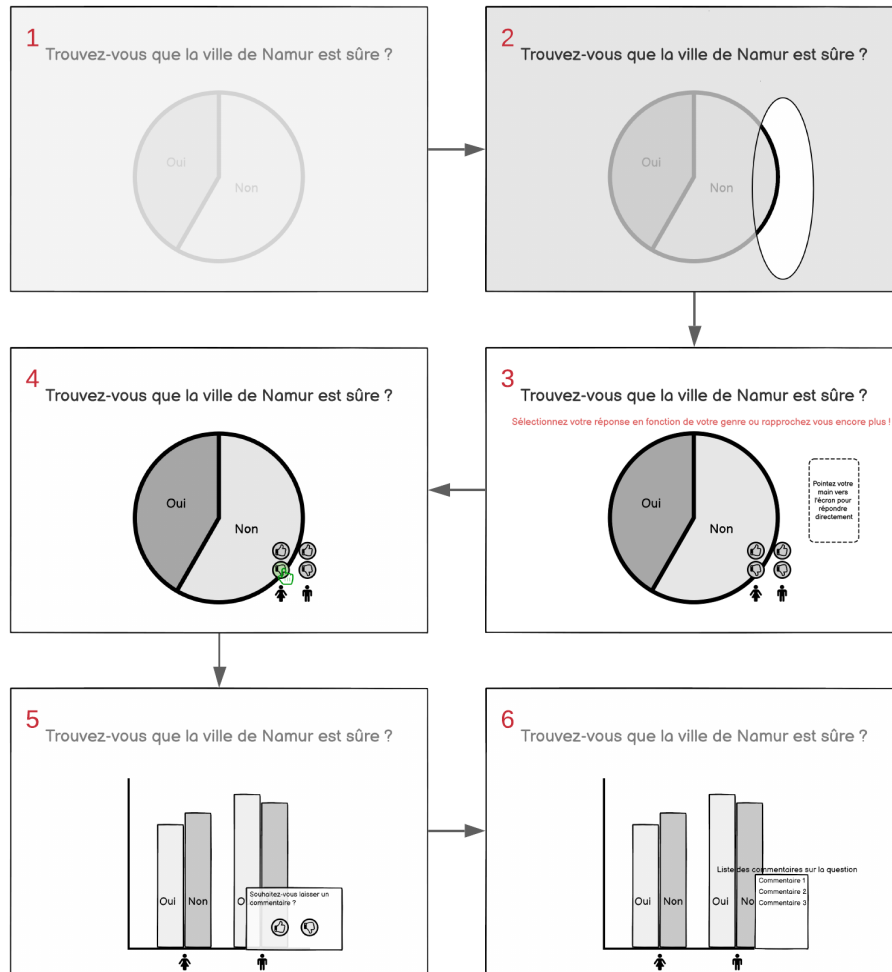


FIGURE 19 – Wireframes du premier scénario

Au départ, lorsqu'aucun utilisateur n'est détecté par le système, l'écran est en mode accueil. Cela signifie qu'il n'y a que la question à laquelle les passants doivent répondre qui est affichée. Un voile en partie opaque et cachant les réponses est présent. Cela a pour but de donner envie à l'utilisateur de se rapprocher.

Ensuite, quand un utilisateur entre dans la bibliothèque et passe devant l'écran, le système le détecte à l'aide de sa caméra. En fonction de la distance à laquelle se trouve l'utilisateur, et en fonction de son orientation, le système fait apparaître sur l'écran une bulle correspondant à l'utilisateur. Cette bulle permet de voir à travers le voile opaque. Plus l'utilisateur se rapproche, plus la bulle grossit et le voile s'éclaircit.

Une fois arrivé au premier seuil (à 1m de l'écran), le voile est levé. Le système invite alors l'utilisateur à répondre à la question à l'aide de gestes ou alors à se rapprocher encore plus.

S'il souhaite répondre, il peut pointer son bras vers l'écran et sa main est alors utilisée comme un pointeur. Un curseur est présent sur l'écran pour montrer à l'utilisateur ce qu'il est en train de pointer. S'il passe sur une réponse, elle se met en surbrillance pour lui montrer qu'elle va être sélectionnée. Il peut alors effectuer une légère poussée vers l'avant pour la valider.

Une fois que la réponse est validée, le système l'enregistre. Ensuite, il invite l'utilisateur à se rapprocher afin qu'il découvre plus de détails sur les résultats de la question. Une fois que l'utilisateur a franchi le deuxième seuil (à 0,5m de l'écran), les résultats à la question sont affichés de manière détaillée. Le système invite également l'utilisateur à laisser un commentaire sur la réponse qu'il a fournie. L'utilisateur peut choisir de laisser un commentaire ou de décliner la proposition.

Dès que l'utilisateur a laissé un commentaire ou a décliné la proposition, le système enregistre sa décision. Ensuite une petite bulle avec des informations supplémentaires apparaît. Les différents commentaires des utilisateurs sur la question sont affichés. L'utilisateur peut alors parcourir ces commentaires.

Si l'utilisateur décide de s'éloigner de l'écran, le système tente de recapter son attention. Tout d'abord, si l'utilisateur se tourne, le système remarque ce changement d'orientation et fait vibrer la bulle avec les informations supplémentaires. S'il s'éloigne et se retrouve dans la zone du premier seuil, un commentaire disponible seulement dans les informations supplémentaires est affiché. S'il s'éloigne encore, le système refait apparaître la bulle lui correspondant en la faisant clignoter. S'il s'éloigne encore, il n'est plus détecté par le système et l'écran retourne donc en mode accueil.

Si lors d'une de ces tentatives le système parvient à recapter l'attention de l'utilisateur et que celui-ci se rapproche de l'écran, il peut à nouveau parcourir les informations supplémentaires.

Lorsque l'utilisateur finit par s'éloigner à nouveau de l'écran, le système n'essaye plus de recapter son attention. En effet, il est préférable de ne le faire qu'une fois seulement pour ne pas paraître trop insistant et ainsi éviter que les utilisateurs ne se fassent un mauvais avis du système.

3.6.2 Deux utilisateurs éloignés

Ce deuxième scénario décrit le cas dans lequel deux utilisateurs sont devant l'écran et tous les deux sont éloignés pour commencer. La situation de départ reprend Yves déjà devant l'écran et une bulle le représentant. Ensuite, le scénario suit Maggie qui arrive et l'écran qui s'adapte par rapport à cette dernière. Yves, déjà présent au départ, ne bouge pas afin

de simplifier le scénario. Cela permet aussi de montrer à quoi ressemble l'écran lorsqu'un utilisateur est dans la zone détectée la plus éloignée par rapport à l'écran (et donc ni au premier ou au second seuil) et qu'un autre utilisateur voyage entre les différentes zones. La figure 20 reprend la succession des différents wireframes représentant ce que les utilisateurs verront.

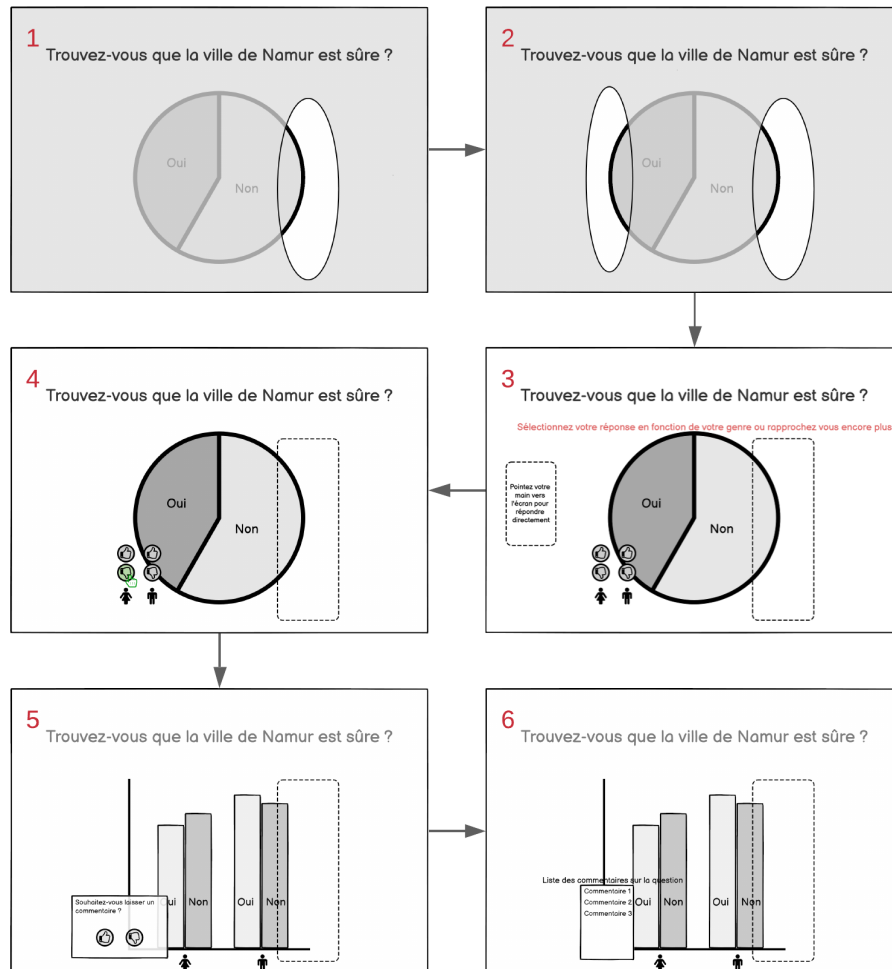


FIGURE 20 – Wireframes du deuxième scénario

Dans ce scénario, Yves est déjà présent devant l'écran dans la situation de départ, avant même que Maggie n'arrive. L'écran est donc le même qu'à la deuxième étape du premier scénario, à savoir un écran avec une seule bulle représentant Yves.

Lorsque Maggie entre dans la bibliothèque et est détectée par le système, une bulle correspondant à sa distance et son orientation apparaît. L'écran contient alors deux bulles, une pour chacun des utilisateurs.

Au fur et à mesure que Maggie se rapproche de l'écran, la réaction du système est la même

qu’au premier scénario : la bulle grossit pour révéler de plus en plus d’informations. Une fois que Maggie est arrivée au premier seuil, le voile est à nouveau levé. Le système l’invite à répondre à la question à l’aide de gestes ou à se rapprocher encore plus.

Les résultats étant entièrement révélés, la bulle de Yves est inutile pour révéler une partie des informations. Cependant, elle est toujours présente en pointillés pour lui montrer qu’il est toujours pris en compte par le système et pour lui donner envie de s’approcher également.

La suite du scénario est exactement la même que pour le premier scénario. Maggie choisit une réponse à l’aide de gestes. Ensuite, elle se rapproche et franchit le deuxième seuil, ce qui entraîne l’affichage des résultats détaillés. Puis, elle peut laisser un commentaire et parcourir les informations supplémentaires. Enfin, elle finit par s’éloigner du dispositif et seul Yves reste présent. Comme le montre la figure 20, les écrans sont également les mêmes, si ce n’est que la bulle en pointillés de Yves est présente tout du long. A la fin, quand Maggie est partie, l’écran retourne en mode opaque et seule la bulle de Yves reste.

3.6.3 Un utilisateur proche et un éloigné

Ce troisième scénario comprend à nouveau deux utilisateurs. Au départ, Frank se trouve déjà au niveau du premier seuil quand Sophie arrive. Ensuite, le scénario suit Sophie qui se rapproche de l’écran. Les variations ne concernent qu’un utilisateur, à savoir Sophie. La figure 21 reprend la succession des différents wireframes représentant ce que les utilisateurs verront.

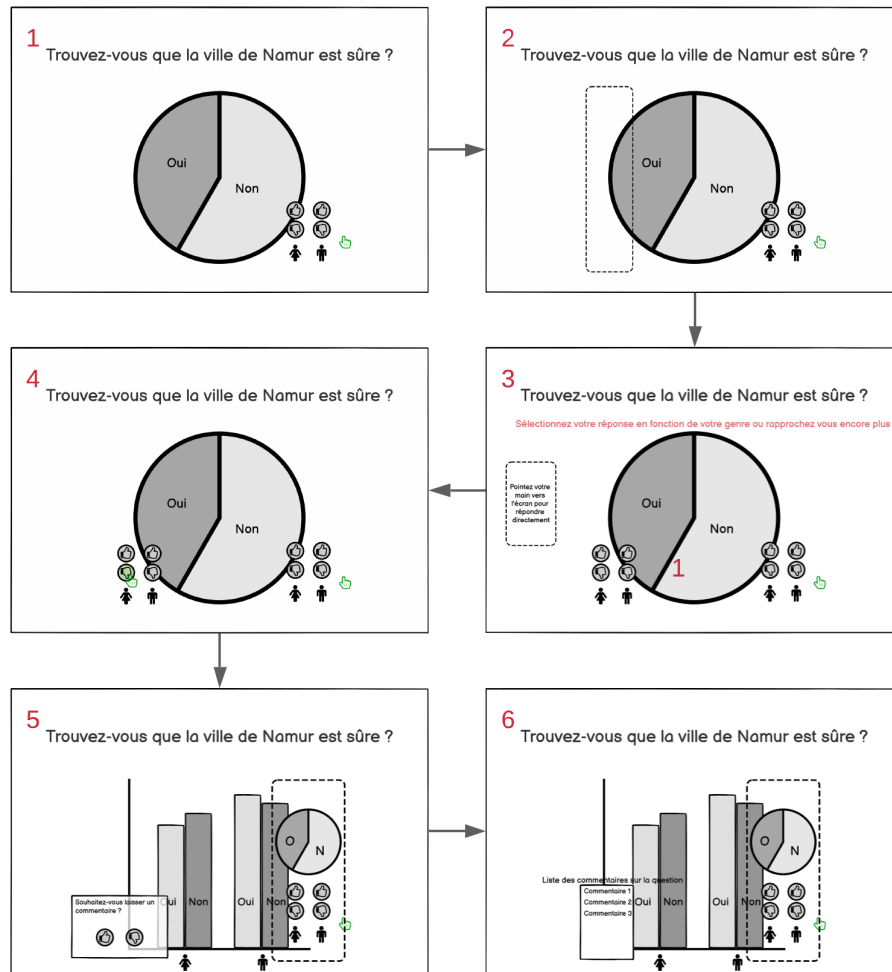


FIGURE 21 – Wireframes du troisième scénario

Au départ, Frank est donc déjà présent devant l'écran et plus précisément au niveau du premier seuil. Il ne bouge pas de cet endroit et peut choisir une réponse à l'aide de gestes. L'écran est le même que lors des deux premiers scénarios quand un utilisateur est devant l'écran et doit choisir une réponse à l'aide de gestes.

Ensuite, Sophie entre dans la bibliothèque et est détectée par le système. L'écran étant déjà révélé, une bulle en pointillés correspondant à Sophie apparaît.

Puis, au fur et à mesure que Sophie se rapproche de l'écran, sa bulle en pointillés grossit, jusqu'à disparaître lorsqu'elle atteint le premier seuil. Le système l'invite alors à répondre à l'aide de gestes ou à se rapprocher encore.

Frank étant également à ce niveau, et pour permettre aux deux utilisateurs de répondre en même temps, la zone de réponse est dédoublée.

A nouveau, la suite est similaire aux deux premiers scénarios. Sophie choisit une réponse

à l'aide de gestes. Ensuite, elle se rapproche et franchit le deuxième seuil, ce qui entraîne l'affichage des résultats détaillés. Puis, elle peut laisser un commentaire et parcourir les informations supplémentaires. Comme Frank se trouve toujours au niveau du premier seuil, une bulle en pointillés apparaît autour de sa zone de réponse pour lui montrer qu'il devrait se rapprocher pour être à la distance correspondant à ce qui est affiché. Les réponses moins détaillées lui sont également affichées. A la fin, Sophie finit par s'éloigner du dispositif et seul Frank est présent.

Comme le montre la figure 21, les écrans sont également les mêmes, si ce n'est que la zone de réponse de Frank est présente tout du long. A la fin, quand Sophie est partie, l'écran ne contient donc que cette zone de réponse.

3.6.4 Deux utilisateurs proches

Ce dernier scénario reste dans la lignée des autres : deux utilisateurs devant l'écran, à des distances différentes. Cette fois-ci, Alexander se trouve au niveau du deuxième seuil lorsque Erika arrive devant l'écran et est suivie durant le scénario. La figure 22 reprend la succession des différents wireframes représentant ce que les utilisateurs verront.

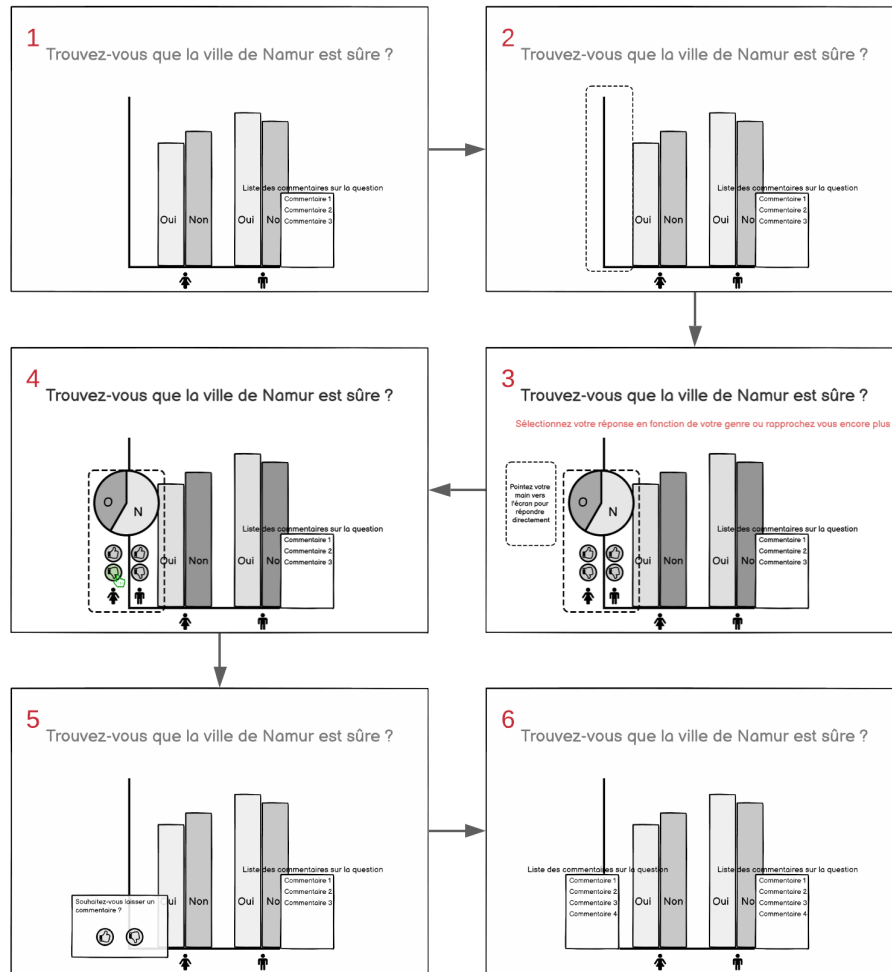


FIGURE 22 – Wireframes du quatrième scénario

Alexander est présent dès le début au niveau du deuxième seuil et est en train de parcourir les informations supplémentaires. L'écran est dès lors déjà révélé avec les résultats détaillés. L'écran est le même qu'à la fin du premier scénario quand les informations supplémentaires sont affichées.

Ensuite, Erika entre dans la bibliothèque et est détectée par le système. L'écran étant déjà révélé avec les résultats détaillés, une bulle en pointillés lui correspondant apparaît.

Ensuite, au fur et à mesure que Erika se rapproche de l'écran, sa bulle en pointillés grossit, jusqu'à ce qu'elle arrive au premier seuil. Cependant, l'affichage étant calibré pour Alexander qui se trouve au deuxième seuil, Erika se trouve toujours trop loin pour voir correctement ce qui se trouve sur l'écran. Du coup, la bulle en pointillés ne disparaît pas. Les informations avec un niveau de détail moins élevé lui sont également affichées et le système l'invite à répondre à l'aide de gestes ou à se rapprocher encore.

De manière similaire aux scénarios précédents, Erika va ensuite répondre à l'aide de gestes. Ensuite, elle se rapproche et franchit le deuxième seuil, ce qui va entraîner la disparition de sa bulle en pointillés. Elle peut alors laisser un commentaire et parcourir les informations supplémentaires. Enfin, elle finit par s'éloigner du dispositif et seul Alexander est présent. Les écrans sont à nouveau les mêmes, si ce n'est que la zone d'informations supplémentaires d'Alexander est présente tout du long. A la fin, quand Erika est partie, l'écran ne contient donc que cette zone d'informations supplémentaires.

3.7 Situations diverses

Ce point va décrire diverses situations intéressantes et qui n'ont pas été rencontrées dans les précédents scénarios.

3.7.1 Répondre tactilement

Dans tous les cas, l'utilisateur peut soit répondre à distance, soit tactilement sur l'écran. Par simplicité, les scénarios n'ont décrit que le cas où les utilisateurs répondent à distance. Pour répondre tactilement, il suffit qu'au moment où le système invite l'utilisateur à répondre à l'aide de gestes ou à se rapprocher encore, l'utilisateur décide de se rapprocher. Le système affichera les résultats détaillés lorsque le deuxième seuil aura été franchi et il invitera l'utilisateur à répondre directement sur l'écran. La figure 23 représente cette situation.

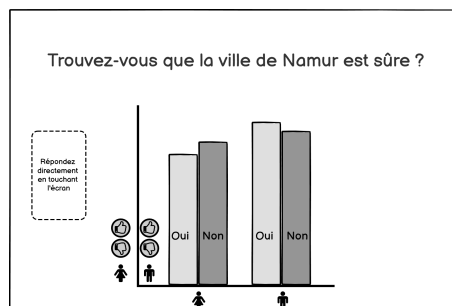


FIGURE 23 – Répondre directement sur l'écran

Après avoir répondu directement sur l'écran, la suite est la même : proposition de commentaire et navigation des informations supplémentaires.

3.7.2 Plus de deux utilisateurs

Les scénarios ne reprenaient à chaque fois qu'un ou deux utilisateurs. De nouveau, c'est simplement par facilité et clarté. Le système est prévu pour détecter tous les utilisateurs qui seront devant. Il peut donc y en avoir plus que deux. Par exemple, comme le montre la figure 24, il est possible d'avoir quatre bulles en même temps sur l'écran. Idéalement, tous les utilisateurs devraient pouvoir être détectés. Cela dépendra juste des capacités du matériel utilisé.

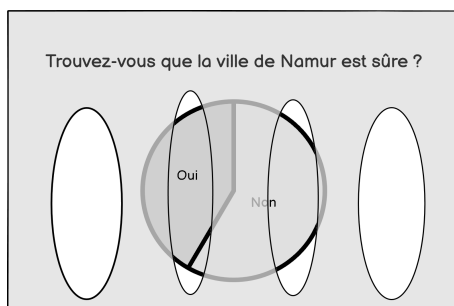


FIGURE 24 – Quatre utilisateurs détectés

3.7.3 Utilisateurs proches les uns des autres

Dans les différents scénarios, les utilisateurs étaient à chaque fois considérés comme éloignés et répondant chacun de leur côté. C'est ce qui arriverait si les utilisateurs ne se connaissent pas et interagissent individuellement avec le dispositif.

Néanmoins, un autre cas est prévu par le système : deux utilisateurs, ou plus, approchant ensemble du dispositif. Dans ce cas-là, leurs bulles seront proches, voire même superposées, et le système supposera que les utilisateurs sont ensemble. Une seule zone de réponse leur sera fournie. Cela évitera d'avoir trop de zones de réponse sur l'écran qui risqueraient de cacher tout le reste. Pour permettre à chacun de répondre, le système leur proposera de fournir une nouvelle réponse après avoir validé la première, et ce autant de fois qu'il y a d'utilisateurs dans la zone. La figure 25 montre à quoi ressemble l'écran dans cette situation.

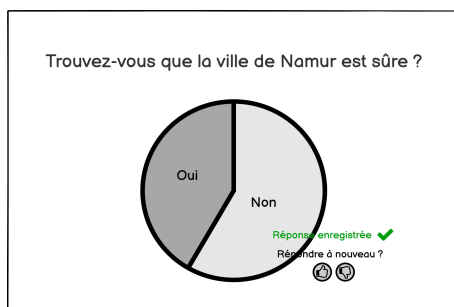


FIGURE 25 – Répondre à plusieurs

Une conséquence de cette fonctionnalité est que si plusieurs personnes ne se connaissant pas sont proches les unes des autres, elles vont devoir utiliser le système ensemble. Cela permettrait de favoriser la sociabilisation autour du dispositif. La sociabilisation autour d'un affichage public est un phénomène qui a été observé dans de nombreux articles de la littérature, notamment par Brignull et Rogers (2003), Peltonen et al. (2008), Rubegni, Memarovic et Langheinrich (2011) ou encore par Wouters et al. (2016).

3.7.4 Utilisateurs proches arrivant séparément

Dans les scénarios précédents, soit les utilisateurs arrivent à des endroits différents devant l'écran, soit ils arrivent en même temps au même endroit. Il reste à décrire le cas où un utilisateur vient rejoindre une personne déjà présente devant l'écran et se place juste à côté de cette dernière.

Dans ce cas-ci, les utilisateurs sont proches, comme au point précédent. Si la personne déjà présente n'a pas encore répondu, le déroulement sera le même qu'au point précédent, où le système proposera de fournir une nouvelle réponse après avoir répondu. Par contre, si la personne a déjà répondu et qu'elle est, par exemple, en train de parcourir les informations supplémentaires, une notification apparaîtra pour demander s'ils veulent fournir une nouvelle réponse, comme le montre la figure 26. De cette manière, le nouvel arrivant pourra également répondre à la question.

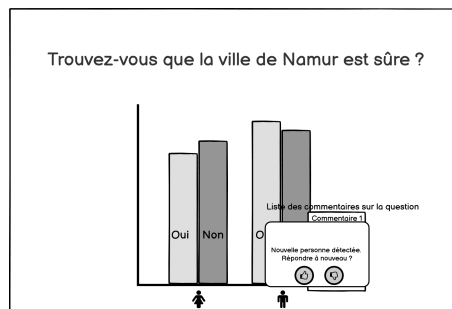


FIGURE 26 – Nouvel utilisateur arrivant après

3.8 Caractéristiques diverses

D'autres points intéressants appris dans la littérature mais n'étant pas en lien avec l'adaptation peuvent être pris en compte. Ceux-ci vont permettre d'augmenter la visibilité du système et participer à l'augmentation de la participation des étudiants.

Écran à hauteur des yeux

Placer l'écran à hauteur des yeux est important pour que les passants remarquent l'écran plus facilement. Bien qu'il sera moins visible de loin, ce n'est pas un désavantage étant donné que ce qui importe est d'attirer les passants quand ils seront proches (Huang et al., 2008).

Objet physique

Placer un objet physique à proximité de l'écran va permettre d'attirer l'attention des passants sur ces objets. Ensuite, l'attention des passants va dévier sur l'écran et ainsi augmenter sa visibilité (Huang et al., 2008).

Écran d'accueil

Pour capter l'attention des passants sur un écran, placer une vidéo est une des meilleures manières de faire. Si d'autres informations doivent être affichées par la suite, il faut cependant faire attention à avoir une transition douce pour ne pas brusquer les utilisateurs et les faire fuir (Huang et al., 2008).

L'écran d'accueil du système pourrait dès lors contenir une vidéo qui disparaîtrait doucement et laisserait apparaître les réponses à la question au fur et à mesure que les utilisateurs s'approchent. La vidéo pourrait être en rapport avec la question posée, ou simplement être une vidéo sur la ville pour capter le regard.

4 Implémentation

4.1 Caractéristiques du système

Pour l'implémentation du prototype, une Kinect 2.0 pour Windows de Microsoft a été mise à disposition. L'écran sur lequel était affiché le prototype était un Asus 24" LED - VG258QR.

4.2 Choix technologiques

Le système à implémenter devant se faire autour de la Kinect de Microsoft, il a été décidé de développer le prototype en C# et d'utiliser le framework WPF pour l'interface graphique. La documentation du kit de développement de la Kinect et les exemples étant en C# avec une interface créée à l'aide du framework WPF, il semblait logique de rester là-dessus pour pouvoir utiliser au mieux la Kinect. L'architecture suit donc la logique du WPF : une page en XAML pour la vue, et une classe en C# pour le code de la logique lui correspondant.

4.3 Prototype développé

Avant de détailler le prototype développé à l'aide de captures d'écran, plusieurs modifications dues au matériel sont expliquées.

4.3.1 Modifications liées au matériel

Limitations matérielles

Dans la section "Prototypage", le premier seuil avait été prévu à 1m de l'écran et le deuxième seuil à 0,5m de l'écran. Cependant, les différents tests effectués lors de l'implémentation ont révélés que la Kinect n'était pas optimale à de telles distances. En effet, lors de la sélection à distance au premier seuil, et donc entre 1m et 0,5m, la Kinect avait du mal à reconnaître la position de la main. De plus, une fois que le deuxième seuil était franchi, le corps n'était plus du tout détecté car trop proche des capteurs de la Kinect. C'est pourquoi les deux seuils ont été reculés de 30cm chacun, et se sont donc retrouvés à 1,3m pour le premier seuil et à 0,8m pour le deuxième seuil. Ces modifications sont seulement la conséquence des limitations de la Kinect. Avec un matériel plus précis et permettant une utilisation à une plus courte distance de l'écran,

les seuils théoriques auraient été conservés. Placer autrement la Kinect par rapport à l'écran aurait également pu être une solution. Cependant, cela aurait nécessité un lieu de développement plus spacieux.

L'écran ayant servi aux tests ne possédant pas de surface tactile, le prototype a été modifié pour être utilisé avec un clavier et une souris au deuxième seuil. Une fois de plus, c'est seulement le résultat de limitations matérielles. Si un écran tactile avait pu être utilisé, le prototype aurait été implémenté en conséquence.

Transitions entre les seuils

Lors des premiers tests effectués lors de l'implémentation, il a été découvert que si un utilisateur se trouvait à la limite entre deux seuils, le moindre mouvement déclenchait une transition d'un seuil à l'autre. Afin d'éviter ce phénomène, il a été décidé de ne pas placer l'entrée et la sortie d'un seuil à la même distance. Ainsi, pour entrer au premier seuil, il faut se trouver à 1,3m de l'écran et pour en sortir, il faut se trouver à 1,5m de l'écran. Pour le deuxième seuil, l'entrée se trouve à 0,9m de l'écran, et la sortie à 1,1m. Cette technique est notamment utilisée par Ballendat et al. (2010) pour éviter des transitions trop rapides entre deux seuils.

4.3.2 Démonstration du prototype

Ecran d'accueil du prototype

L'écran d'accueil au démarrage du prototype était initialement totalement occultant et ne laissait apercevoir aucune information. Il a été choisi de finalement jouer sur l'opacité du voile afin de tout de même laisser apparaître le graphique des réponses pour montrer aux utilisateurs qu'il y a des informations à découvrir. Plus les utilisateurs s'approchent, plus le voile s'éclaircit et laisse apparaître des informations. La figure 27 montre le résultat.

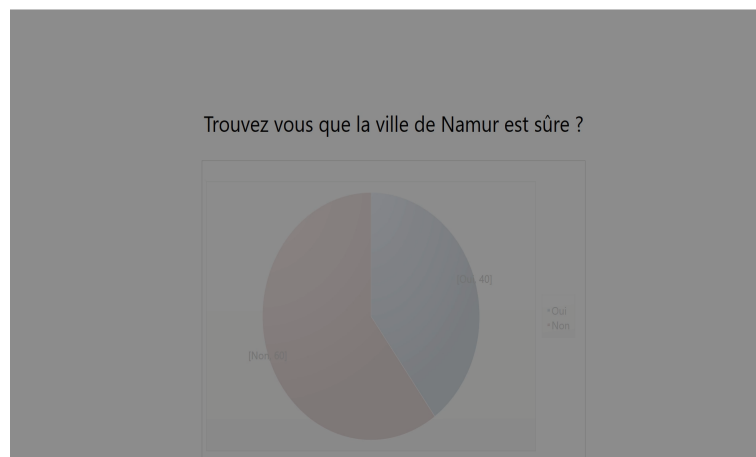


FIGURE 27 – Ecran d'accueil du prototype

Bulle d'un utilisateur

Comme expliqué précédemment, lorsqu'un utilisateur est détecté au loin, une bulle lui correspondant apparaît sur l'écran. Un exemple est visible sur la figure 28. Plus il s'approche de l'écran, plus la bulle grossit et révèle une plus grosse partie de l'écran. La figure 29 montre à quoi ressemble l'écran quand l'utilisateur est plus proche que sur la figure 28 ; la bulle est plus grosse et le voile est moins opaque. La bulle est également plus grosse s'il fait face à l'écran que s'il est de profil. Pour cela, un point a été attribué à chacune des épaules de l'utilisateur et la bulle est dessinée sur base de ceux-ci. Ainsi, lorsque l'utilisateur est de profil, la bulle est plus petite étant donné que les points entre ses deux épaules sont rapprochés du point de vue de la Kinect.



FIGURE 28 – Bulle d'un utilisateur éloigné

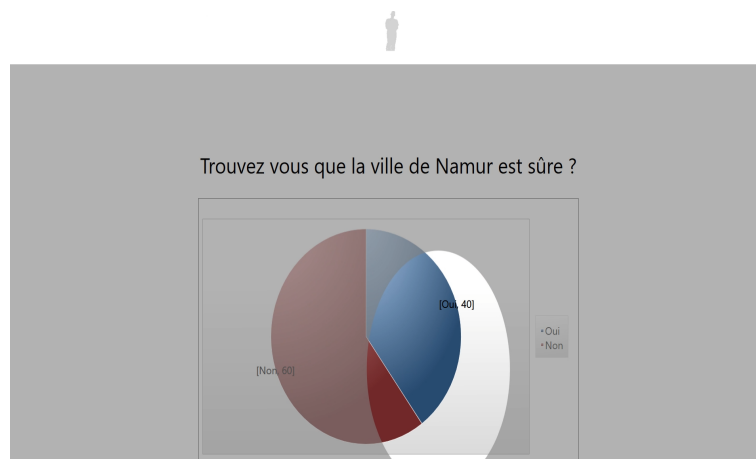


FIGURE 29 – Bulle d'un utilisateur se rapprochant

Réponse à distance

Lorsqu'il a franchi le premier seuil, situé à 1,3m de l'écran, l'utilisateur peut répondre à la question posée. Pour cela, il doit pointer son bras vers l'écran pour sélectionner une

réponse. Initialement, il avait été décidé de valider une réponse lorsque l'utilisateur restait suffisamment longtemps avec le curseur dessus. Pour rendre la sélection plus intuitive et naturelle, il a été choisi de demander à l'utilisateur d'exercer une légère poussée vers l'avant à l'aide de sa main afin de procéder à la sélection de la réponse.

Pour aider l'utilisateur lors de la sélection et qu'il se rende bien compte de la réponse qu'il va sélectionner, la réponse en cours de sélection est mise en surbrillance. Lorsque l'utilisateur pousse vers l'avant pour la valider, la main utilisée comme curseur se remplit petit à petit pour montrer que la sélection est en cours (voir figure 30). Lorsque la sélection est finie, la main est remplie complètement et une petite animation autour de la main est effectuée comme le montre la figure 31.

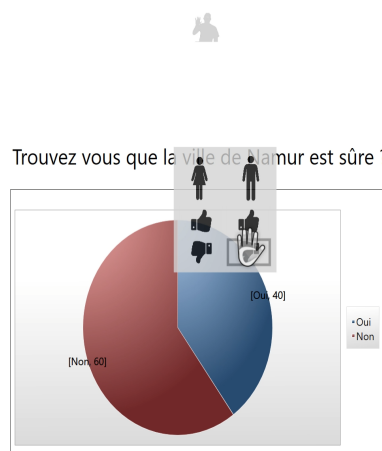


FIGURE 30 – Mise en surbrillance et validation en cours

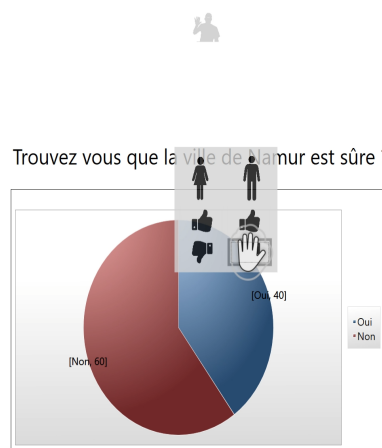


FIGURE 31 – Validation effectuée et animation autour du curseur

Deuxième seuil

Une fois le deuxième seuil franchi, situé à 0,8m de l'écran, le niveau de détail du graphique augmente. L'utilisateur peut également laisser un commentaire s'il a déjà répondu à la

question. S'il n'a pas encore répondu, il peut le faire directement à l'aide de la souris. Le système propose ensuite à l'utilisateur de laisser un commentaire (voir figure 32). Il peut alors écrire son commentaire et puis le valider (voir figure 33).

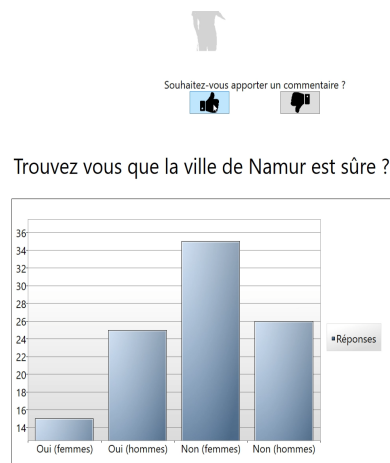


FIGURE 32 – Proposition de commentaire

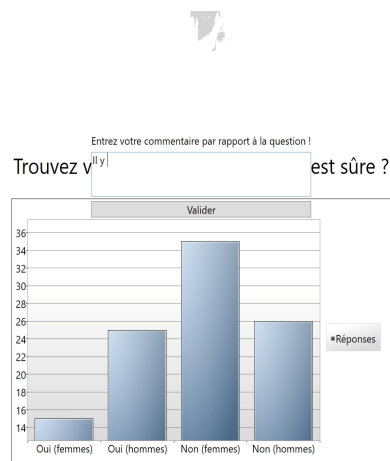


FIGURE 33 – Ecriture du commentaire

5 Validation

La méthode de validation idéale, qui permettrait d’analyser au mieux les apports d’un système adaptatif par rapport à un système non adaptatif, est décrite dans un premier temps. Celle-ci se baserait sur une étude de terrain effectuant une comparaison entre un système adaptatif avec un système non adaptatif. Cependant, au vu de la situation sanitaire, cette méthode était impossible à mettre en place. Par conséquent, la méthode de validation a dû être revue et cette version adaptée est décrite dans un second temps. Elle consiste en plusieurs sessions de tests effectuées avec des utilisateurs recrutés spécialement pour ces tests.

5.1 Méthode idéale

Afin d’évaluer le prototype et de tester les apports des adaptations prises en compte, l’idéal serait d’effectuer un comparatif avec un système de vote similaire mais n’incluant aucune mécanique d’adaptation.

En pratique, il faudrait donc déployer le système adaptatif pendant une période déterminée et des observateurs prendraient note des interactions. Puis, plusieurs interviews avec les passants seraient menées par les observateurs. Ces interviews permettraient d’obtenir des informations supplémentaires de la part des passants. Ensuite, il faudrait faire la même chose avec le système non adaptatif et comparer les résultats.

Différents résultats devraient donc être analysés :

- Le nombre total de passants, le nombre de passants ayant vu le dispositifs ainsi que le nombre de passants ayant interagi avec le dispositif.
- La durée des interactions.

Comparer la proportion des passants ayant vu le dispositif ou ayant interagi avec le dispositif entre les deux systèmes permettrait de se rendre compte du pouvoir d’attractivité de chacun des dispositifs. Utiliser un pourcentage par rapport au nombre total de passants et non un nombre absolu éviterait d’introduire un biais lors de la comparaison.

Quant à la durée des interactions, elle indiquerait quel système attire les utilisateurs plus longtemps.

Les interviews permettraient d’obtenir des informations telles que :

- Ce qui a attiré l’attention des passants ayant vu le dispositif.
- Ce qui a poussé les passants ayant vu le dispositif à interagir ou non avec.

Ces informations permettraient, par exemple, de savoir si le dispositif a souffert ou non d'interaction blindness ou encore si le honeypot effect a eu un impact sur la quantité d'interactions. Comparer les résultats des deux dispositifs donnerait une indication sur le dispositif le plus touché par ces deux phénomènes.

Cette méthode de validation a fait ses preuves. Elle a notamment été utilisée par Veenstra et al. (2015) pour comparer un dispositif interactif avec un dispositif non interactif. Elle leur a permis de déterminer qu'un dispositif interactif augmentait l'attractivité et la vivacité d'un espace public. Transposer cette comparaison entre un dispositif adaptatif avec un dispositif non adaptatif permettrait potentiellement de les comparer efficacement.

Cependant, cette méthode comporte plusieurs obstacles à la validité. En effet, le lieu et les conditions météorologiques auront un grand impact sur l'affluence devant les dispositifs. Il faut donc viser à reproduire des conditions de test les plus similaires possibles dans les deux cas. Une possibilité est de choisir une durée de test relativement courte pour pouvoir enchaîner les deux périodes rapidement. Par exemple, Veenstra et al. (2015) ont décidé de choisir une période de test d'une journée et de les effectuer sur deux jours consécutifs afin d'obtenir des conditions semblables.

De plus, au lieu de se baser sur le nombre de passants ayant interagi avec les différents dispositifs, utiliser un pourcentage par rapport au nombre total de passants permettrait de réduire l'impact des différences d'affluence devant les dispositifs.

5.2 Méthode adaptée

Malheureusement, la situation sanitaire actuelle due au Covid-19 ne permet pas d'effectuer un test grandeur nature dans un lieu public. En plus de cela, les universités sont fermées et il n'est donc pas non plus possible d'effectuer une validation en laboratoire par des experts. La méthode de validation doit donc être adaptée.

Il a donc été choisi de faire tester le prototype par des proches. Plusieurs d'entre eux, correspondant le plus possible au profil des utilisateurs auxquels était destiné le prototype, ont pu participer aux tests. Ils ont été les suivants :

- Ma soeur, institutrice âgée de 25 ans
- Mon cousin, chocolatier âgé de 25 ans
- Mon beau-frère, développeur âgé de 26 ans

Aucun d'entre eux n'est encore étudiant mais ils restent relativement jeunes et leur vie étudiante n'est pas très éloignée. Ils peuvent donc tout à fait correspondre à des

utilisateurs potentiels du système développé. Plusieurs sessions de test ont été effectuées en fonction de leurs disponibilités. De cette manière, ils ont pu voir l'évolution du prototype et donner leurs avis.

En plus des tests utilisateurs, plusieurs démonstrations du prototype ont été effectuées en conférences audiovisuelles via un partage d'écran avec les différents experts cités au point "Méthodologie".

5.2.1 Résultats de la validation

Bien qu'une comparaison sur le terrain n'a pas pu être effectuée, la validation mise en place a permis d'identifier divers problèmes d'utilisabilité et de les corriger.

Modifications effectuées

- Initialement, l'écran d'accueil du prototype était simplement un écran gris ne laissant apparaître aucune information mais diffusant simplement la question invitant les passants à répondre. Une correction a été effectuée afin d'opter pour un voile laissant transparaître des informations et jouant avec un niveau de transparence pour attirer les utilisateurs.
- En lien avec le point précédent, les transitions entre les différents seuils étaient initialement trop brusques. Le voile occultant les réponses disparaissait d'un coup dès que le premier seuil était atteint. Une modification a été effectuée afin de rendre les transitions plus douces et plus naturelles. Pour cela, le voile devient de plus en plus transparent au fur et à mesure que l'utilisateur se rapproche de l'écran. De cette manière, l'utilisateur se rend compte plus facilement que le système adapte le contenu à la distance à laquelle il se trouve.
Montrer à l'utilisateur que le système est adaptatif est important afin d'éviter de perturber l'utilisateur. Dessart, Motti et Vanderdonckt (2011) ont notamment étudié la perturbation cognitive introduite par une adaptation de l'interface graphique. Ils ont déterminé qu'introduire un élément avant que l'adaptation ne se produise facilitait la compréhension du système par les utilisateurs. Faire évoluer graduellement le voile recouvrant les réponses suit ce principe.
- Un problème a été identifié : lors d'un test avec les utilisateurs, il a été découvert que la Kinect ne prenait en compte qu'un seul pointeur avec la main. Plusieurs utilisateurs ne peuvent donc pas répondre en même temps à distance. Les modifications afin de permettre l'utilisation de plusieurs pointeurs étant trop conséquentes, il n'a pas été possible de les implémenter.

- Lors de l'implémentation, l'ombre des utilisateurs présents devant l'écran était affichée à l'écran (voir haut de la figure 28, par exemple). L'objectif était simplement de voir si la Kinect fonctionnait correctement et détectait bien les utilisateurs. Il était prévu de retirer ces ombres une fois les premiers tests validés. Cependant, les différents utilisateurs ont trouvé qu'il était préférable de laisser cette fonctionnalité. En effet, selon eux, cela permettait de mieux se rendre compte qu'ils étaient pris en compte par le système. Un utilisateur a notamment dit "*Avec ça, on voit mieux quand on est détecté ou pas*".

Comparaison avec un système non adaptatif

Afin d'effectuer une comparaison avec un système non adaptatif, un système basique diffusant simplement une question et permettant de répondre a été implémenté. Il ne possède aucun mécanisme d'adaptation, et n'utilise pas la Kinect. Il permet simplement de cliquer sur les boutons pour répondre à la question. La figure 34 représente une capture d'écran de ce système.



FIGURE 34 – Système non adaptatif

Lors des différentes sessions de tests avec les utilisateurs, les deux systèmes ont été présentés aux utilisateurs. Leurs avis ont été récoltés sous forme de discussions informelles. Des questions telles que "*Que pensez-vous du fait que le système s'adapte à vous ?*" "*Trouvez-vous qu'il y a des avantages et/ou des inconvénients dans un tel système par rapport à celui qui est plus classique ?*" ont été posées.

Globalement, ils étaient d'accord pour dire que le système adaptatif était plus **ludique** à utiliser. Ils ont dit : "*C'est cool de pouvoir répondre loin de l'écran.*" "*On a presque l'impression que c'est un jeu.*". Un des utilisateur a également cité le fait que la Kinect donnait l'impression d'être plus **actif**. Pour eux, voir leur ombre sur l'écran et voir leur bulle qui les suivait leur donnait l'impression de mieux être impliqué dans le système.

Cependant, ils ont également pointé plusieurs inconvénients. Néanmoins, ceux-ci étaient principalement liés aux limitations matérielles. En effet, ne pouvoir répondre à distance qu'à un seul utilisateur à la fois était frustrant pour eux. Il est arrivé plusieurs fois qu'ils tentent de répondre en même temps et qu'un utilisateur "*vole*" le curseur de l'autre car la Kinect n'arrivait pas à faire la différence entre les deux. Il est également arrivé qu'un utilisateur voulant laisser un commentaire s'approche trop de la Kinect et finisse par être trop proche des capteurs. Il n'était alors plus pris en compte et a dû se replacer plusieurs fois, ce qui l'a dérangé.

6 Discussion

Ce prototype reste à un stade expérimental et pourrait encore être amélioré. Ce point va citer plusieurs limites et d'éventuelles pistes pour y remédier dans des travaux futurs.

6.1 Limites

Sondages publics

Tout d'abord, effectuer des sondages sur un affichage public comme celui-ci peut introduire un biais sur les répondants. Le système est conçu pour être placé à l'entrée de la bibliothèque universitaire et est à destination des étudiants. Il n'est cependant pas exclu que d'autres personnes s'arrêtent pour y répondre. De plus, le système ne possédant pas de système d'authentification, il n'est pas impossible pour un utilisateur de revenir plus tard et de répondre à nouveau à la question.

Ces problèmes potentiels sont en réalité les mêmes que pour tout sondage effectués sans vérification d'identité, comme par exemple ceux effectués anonymement sur les réseaux sociaux ou encore sur les sites internet journalistiques. L'impact de ces problèmes potentiels reste limité et la plupart du temps, ils n'influencent que peu le résultat du sondage.

Il ne faut néanmoins pas perdre de vue ceci lors du choix des questions posées et de l'analyse des résultats. Si des décisions importantes doivent être prises sur base de ces sondages, un système d'authentification pourrait être nécessaire.

Vision obstruée

Les zones permettant aux utilisateurs de répondre ou de parcourir les informations supplémentaires sont placées en face d'où ils se trouvent devant l'écran. Cela signifie que s'ils se trouvent au centre de l'écran, ils vont cacher les résultats affichés.

Il a été choisi de procéder de cette manière car de toute façon, une personne se trouvant au centre de l'écran cachera les résultats avec son corps même si rien d'autre n'est affiché. De plus, la plupart du temps, les gens font en sorte de ne pas gêner les autres en public. Cela a notamment été observé par Koppel, Bailly, Müller, et Walter (2012). Ils ont étudié comment se plaçaient les utilisateurs en face d'un écran prévu pour plusieurs personnes à la fois. Ils ont remarqué qu'en face d'un écran plat, les gens se positionnaient en général aux extrémités.

On peut donc supposer que ça sera également le cas devant notre prototype et que les utilisateurs feront en sorte de ne pas cacher les résultats.

Pour finir, le système prend en compte un maximum de gens devant l'écran et tente

d'encourager les utilisateurs à échanger entre eux (notamment via le mécanisme fusionnant les zones de réponses des utilisateurs proches). Si un utilisateur cache les résultats, cela pourrait être la source d'un échange entre les utilisateurs, ce qui serait bénéfique à l'attractivité du système.

Méthodologie utilisée

La méthodologie utilisée pour déterminer les différents points d'adaptation à prendre en compte se base sur la participation citoyenne. Les résultats ne peuvent donc pas forcément être appliqués à tous les affichages publics, certains ne cherchant pas à attirer le plus possible d'utilisateurs.

Matériel utilisé

Le matériel utilisé comportait plusieurs inconvénients. Tout d'abord, il y a le fait que la Kinect n'a pas permis de mettre en place les seuils comme établis dans la section "Prototypage". Également, la Kinect ne permet de détecter que six utilisateurs maximum à la fois. De plus, il a été découvert trop tard que des modifications conséquentes étaient nécessaires pour permettre à plusieurs utilisateurs de répondre à distance en même temps.

L'écran utilisé ne permettait pas non plus une utilisation comme désirée initialement, celui-ci ne possédant pas de surface tactile et étant relativement petit.

6.2 Travaux futurs

Etude de terrain

Comme expliqué au point "Méthode idéale", une étude de terrain n'a pas pu être réalisée. Un des premiers travaux futurs à mener serait de mener cette étude afin de pouvoir effectuer la comparaison avec un système non adaptatif et de mieux déterminer les apports du caractère adaptatif de ce système.

Matériel mieux adapté

Les manquements du matériel utilisé n'ont pas permis de développer un prototype idéal et de le tester de manière optimale. Une des pistes pour le futur serait d'utiliser un matériel adéquat, et notamment un écran tactile de grande taille ainsi qu'une caméra permettant une utilisation plus précise à courte distance.

Système d'authentification

Un système d'authentification pourrait également être apporté au système. Étant donné qu'une authentification obligatoire pourrait repousser les potentiels utilisateurs, rendre l'authentification possible mais optionnelle serait idéal.

Par exemple, dans notre cas, il pourrait être intéressant pour les étudiants de s'authentifier via leur identifiant officiel de l'université. Les questions pourraient alors être plus officielles et il serait également possible d'effectuer des analyses plus poussées sur les résultats aux questions posées étant donné que les réponses pourraient être reliées aux profils des étudiants.

Implémenter un système d'authentification permettrait aussi de reconnaître un étudiant ayant déjà utilisé le système et un historique des interactions pourrait alors être retenu. Il serait alors possible d'adapter encore plus le système aux utilisateurs. Si un participant a déjà utilisé le dispositif, l'information affichée pourrait être différente de celle affichée à un participant n'ayant jamais utilisé le dispositif. Par exemple, une aide pour interagir avec le dispositif pourrait être affichée pour guider celui ne l'ayant jamais utilisé mais ne serait pas affichée pour celui l'ayant déjà utilisé. Une autre possibilité serait d'afficher une question différente à un utilisateur ayant déjà répondu à la question affichée.

Cela permettrait en plus d'entretenir l'intérêt du système auprès des utilisateurs en ayant déjà connaissance.

Angles de vue

Un point intéressant vu dans l'état de l'art est la possibilité de faire varier ce qui est affiché à l'écran en fonction de l'angle de vue vertical ou horizontal avec lequel l'utilisateur regarde l'écran.

Ceci n'a pas été intégré au prototype mais il pourrait être pertinent d'y porter plus d'attention dans des travaux futurs. Pour cela, il faudra posséder le matériel nécessaire permettant un affichage multi-vues en fonction d'où regarde l'utilisateur. Il faut cependant faire attention, car pour pouvoir faire varier l'angle de vue vertical, cela signifie qu'il faudrait placer l'écran en hauteur. Et comme il a été vu dans l'état de l'art, ce n'est pas idéal pour attirer le regard des passants. Les seuls cas où cela est acceptable, c'est lorsque l'écran contient des informations cruciales que les utilisateurs vont aller chercher d'eux-mêmes, comme les horaires de train. Il est donc probable que seul l'angle de vue horizontal soit pris en compte.

Types d'interactions supplémentaires

Pour le moment, les seuls types d'interactions pris en compte sont la reconnaissance de gestes, via un système de pointeur à l'aide du bras, et le toucher directement sur l'écran

tactile.

Des travaux futurs pourraient étendre les types d'interactions. Des gestes supplémentaires pourraient être reconnus, comme des gestes en l'air pour la sélection. Ou encore, la reconnaissance vocale pourrait également être intéressante. Cela permettrait, par exemple, aux utilisateurs de fournir des commentaires à distance et plus seulement lorsqu'ils sont proches de l'écran. Néanmoins, un problème potentiel est le fait que l'écran soit public. Il est donc probable qu'il y ait d'autres personnes aux alentours et donc une certaine pollution sonore. Le système de reconnaissance vocale devrait donc être implémenté avec précaution.

7 Conclusion

Les affichages publics font désormais partie intégrante de notre quotidien lorsqu'on se trouve en milieu urbain. Leur multiplication a entraîné l'apparition de nouveaux types d'affichages publics amenant par la même occasion de nouveaux défis.

Les affichages qui se veulent adaptatifs permettent de combattre des problèmes tels que le fait de ne pas être visible aux yeux des passants ou encore le fait de ne pas réussir à provoquer une interaction. Cependant, ceux-ci demandent une attention particulière lors du développement.

Lors de ce travail, un état de l'art a permis de rassembler les informations nécessaires à l'établissement d'un tel affichage. Utiliser la proxémie, qui repose sur l'adaptation à son environnement et ce qui s'y trouve, semble être une solution aux différents problèmes rencontrés par les affichages publics habituels. Cela permet à un affichage de se démarquer des autres et d'attirer plus facilement les passants.

Ensuite, la mise au point d'un prototype a permis de rassembler toutes ces informations en un système nouveau tentant de s'adapter au mieux à ses potentiels utilisateurs. Un système diffusant des sondages a été pensé pour être utilisé sur un affichage public et offrir une interaction plus naturelle aux utilisateurs en changeant des types d'interactions classiques tels que l'interface clavier/souris et en optant pour une interaction à distance via un système de pointeur utilisant le bras.

L'implémentation de ce prototype a concrétisé le travail effectué en amont et l'utilisation de la Kinect de Microsoft a permis d'avoir un premier prototype concret. Les premiers tests effectués ont permis de déterminer que ce système était prometteur.

La mise au point de ce prototype a permis de fournir des éléments de réponse à la question de recherche qui, pour rappel, était "*Comment utiliser la proxémie pour créer un affichage public adaptatif qui répond à l'émergence des besoins dans le domaine des affichages publics ?*".

Découper en plusieurs zones l'espace se trouvant en face du prototype permet aux utilisateurs d'avoir une interaction plus naturelle avec le prototype. En se basant sur la proxémie, qui est inconsciemment utilisée par tous les êtres humains, le système prend en compte les besoins des utilisateurs. Ainsi, un utilisateur arrivant de loin et se rapprochant du prototype va franchir les zones qui vont graduellement lui fournir plus d'informations et lui offrir des possibilités d'interaction. Le parallèle peut ainsi être fait avec un individu qui se rapproche de quelqu'un d'autre pour pouvoir échanger plus facilement avec.

En révélant graduellement des informations, le système tente également d'intriguer les

utilisateurs et de les attirer au plus proche de l'écran. Avoir des utilisateurs proches de l'écran va attirer d'autres utilisateurs grâce au phénomène du honeypot effect.

Les besoins connus des affichages publics que sont le display blindness, à savoir le fait que les utilisateurs ne remarquent pas les affichages publics, et l'interaction blindness, le fait que les utilisateurs ne sont pas au courant qu'ils sont interactifs, sont donc pris en compte par ce prototype.

Une première validation avec des utilisateurs a montré que ce prototype était plus ludique à utiliser et pouvait donc potentiellement attirer plus d'utilisateurs. Cependant, une étude de terrain n'a pas pu être effectuée afin d'obtenir plus d'informations sur les apports du caractère adaptatif du prototype.

Une piste pour le futur serait d'effectuer des comparatifs plus poussés entre un affichage public adaptatif et un affichage public non adaptatif en conditions réelles. Une autre possibilité serait également d'effectuer des recherches pour savoir si un affichage public adaptatif permet d'augmenter la participation des utilisateurs.

8 Bibliographie

- [1] Ballendat, T., Marquardt, N., et Greenberg, S. (2010). *Proxemic interaction : designing for a proximity and orientation-aware environment*. ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, ITS 2010. 121-130.
- [2] Boring, S., et Baur, D. (2013). *Making Public Displays Interactive Everywhere*. Computer Graphics and Applications, IEEE. 33. 28-36.
- [3] Brignull, H. et Rogers, Y. (2003). *Enticing People to Interact with Large Public Displays in Public Spaces*.
- [4] Clarinval, A., Duhoux, B., et Dumas, B. (2019). *Supporting Citizen Participation with Adaptive Public Displays : A Process Model Proposal*.
- [5] Coenen, J., Nofal, E., et Vande Moere, A. (2019). *How the Arrangement of Content and Location Impact the Use of Multiple Distributed Public Displays*. 1415-1426.
- [6] Dessart, C-E., Motti, V., et Vanderdonckt, J. (2011). *Showing user interface adaptivity by animated transitions*. Proceedings of the 2011 SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, EICS 2011. 95-104.
- [7] Dostal, J., Kristensson, P., et Quigley, A. (2013). *Multi-view proxemics : Distance and position sensitive interaction*. PerDis 2013 - Proceedings : 2nd ACM International Symposium on Pervasive Displays 2013. 1-6.
- [8] Du, G., Degbelo, A., et Kray, C. (2017). *Public displays for public participation in urban settings : a survey*. 1-9.
- [9] Fitoussi, M. (1996). *L'affichage*. Paris : Presses universitaires de France (réédition numérique FeniXX).
- [10] Fortin, C., Neustaedter, C., et Hennessy, K. (2014). *The Appropriation of a Digital Speakers Corner : Lessons Learned from the Deployment of Mégaphone*. Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems : Processes, Practices, Methods, and Techniques, DIS.
- [11] Greenberg, S., Marquardt, N., Ballendat, T., Diaz-Marino, R., et Wang, M. (2010). *Proxemic interactions : The new ubicomp ?*. Interactions. 18. 42-50.
- [12] Hakulinen, J., Heimonen, T., Turunen, M., Keskinen, T., et Miettinen, T. (2013). *Gesture and Speech-based Public Display for Cultural Event Exploration*.
- [13] Hall, E. T. (1966). *The Hidden Dimension*. Anchor ; Reissue édition (1 septembre 1990).

- [14] Hinrichs, U., Carpendale, S., Valkanova, N., Kuikkaniemi, K., Jacucci, G., et Vande Moere, A. (2013). *Interactive Public Displays*. Computer Graphics and Applications, IEEE. 33. 25-27.
- [15] Huang, E.M., Koster, A., et Borchers, J. (2008). *Overcoming Assumptions and Uncovering Practices : When Does the Public Really Look at Public Displays ?*. 228-243.
- [16] Khamis, M., Alt, F., et Bulling, A. (2015). *A Field Study on Spontaneous Gaze-based Interaction with a Public Display using Pursuits*.
- [17] Koppel, M., Bailly, G., Müller, J., et Walter, R. (2012). *Chained displays : Configurations of public displays can be used to influence actor-, audience-, and passer-by behavior*. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. 317-326.
- [18] Kostakos, V., Kukka, H., Goncalves, J., Tselios, N., et Ojala, T. (2013). *Multipurpose Public Displays :How Shortcut Menus Affect Usage*. IEEE Computer Graphics and Applications. 33. 50-57.
- [19] Kukka, H., Oja, H., Kostakos, V., Goncalves, J., et Ojala, T. (2013). *What makes you click : Exploring visual signals to entice interaction on public displays*. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. 1699-1708.
- [20] Marquardt, N., et Greenberg, S. (2012). *Informing the Design of Proxemic Interactions*. IEEE Pervasive Computing. 11. 14-23.
- [21] Memarovic, N., Langheinrich, M., Alt, F., Elhart, I., Hosio, S., et Rubegni, E. (2012). *Using public displays to stimulate passive engagement, active engagement, and discovery in Public spaces*. ACM International Conference Proceeding Series. 55-64.
- [22] Monastero, B. et McGookin, D. (2018). *Traces : Studying a Public Reactive Floor-Projection of Walking Trajectories to Support Social Awareness*.
- [23] Morris, M., Huang, A., Paepcke, A., et Winograd, T. (2006). *Cooperative gestures : Multi-user gestural interactions for co-located groupware*. 2. 1201-1210.
- [24] Müller, J., Alt, F., Michelis, D., et Schmidt, A. (2010). *Requirements and design space for interactive public displays*. MM'10 - Proceedings of the ACM Multimedia 2010 International Conference. 1285-1294.
- [25] Müller, J., Walter, R., Bailly, G., Nischt, M., et Alt, F. (2012). *Looking glass : A field study on noticing interactivity of a shop window*. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. 297-306.
- [26] Müller, J., Wilmsmann, D., Exeler, J., Buzeck, M., Schmidt, A., Jay, T., et Krüger, A. (2009). *Display Blindness : The Effect of Expectations on Attention towards Digital Signage*. 5538. 1-8.

- [27] Ojala, T., Kostakos, V., Kukka, H., Heikkinen, T., Linden, T., Jurmu, M., Hosio, S., Kruger, F., et Zanni, D. (2012). *Multipurpose Interactive Public Displays in the Wild : Three Years Later*. Computer. 45. 42-49.
- [28] Peltonen, P., Kurvinen, E., Salovaara, A., Jacucci, G., Ilmonen, T., Evans, J., Oulasvirta, A., et Saarikko, P. (2008). *It's Mine, Don't Touch! : interactions at a large multi-touch display in a city centre*. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. 1285-1294.
- [29] Pollock, A., Perry, E., et Williams, T. (2020). *The Influence of Social Embarrassment on Engagement with Publicly Displayed Digital Content*.
- [30] Prante, T., Rcker, C., Streitz, N., Stenzel, R., Magerkurth, C., Alphen, D., et Plewe, D.-A. (2003). *Hello.Wall – Beyond Ambient Displays*.
- [31] Ren, G., Li, C., O'Neill, E., et Willis, P. (2013). *3D Freehand Gestural Navigation for Interactive Public Displays*. Computer Graphics and Applications, IEEE. 33. 47-55.
- [32] Ren, G., et O'Neill, E. (2012). *3D Marking menu selection with freehand gestures*.
- [33] Rubegni, E., Memarovic, N., et Langheinrich, M. (2011). *Talking to Strangers : Using Large Public Displays to Facilitate Social Interaction*. 6770. 195-204.
- [34] Schroeter, R., Foth, M., et Satchell, C. (2012). *People, content, location : Sweet spotting urban screens for situated engagement*. Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference, DIS '12.
- [35] Valkanova, N., Walter, R., Vande Moere, A., et Müller, J. (2014). *MyPosition : Sparking civic discourse by a public interactive poll visualization*. Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW. 1323-1332.
- [36] Veenstra, M., Wouters, N., Kanis, M., Brandenburg, S., Raa, K., Wigger, B., et Vande Moere, A. (2015). *Should Public Displays be Interactive ? Evaluating the Impact of Interactivity on Audience Engagement*.
- [37] Vogel, D., et Balakrishnan, R. (2004). *Interactive public ambient displays : Transitioning from implicit to explicit, public to personal, interaction with multiple users*. UIST : Proceedings of the Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. 137-146.
- [38] Wang, M., Boring, S., et Greenberg, S. (2012). *Proxemic Peddler : A Public Advertising Display that Captures and Preserves the Attention of a Passerby*. ACM International Conference Proceeding Series.
- [39] Wouters, N., Downs, J., Harrop, M., Cox, T., Oliveira, E., Webber, S., Vetere, F., et Vande Moere, A. (2016). *Uncovering the Honeypot Effect : How Audiences Engage with Public Interactive Systems*.

9 Annexes

Scénario "Un seul utilisateur" détaillé

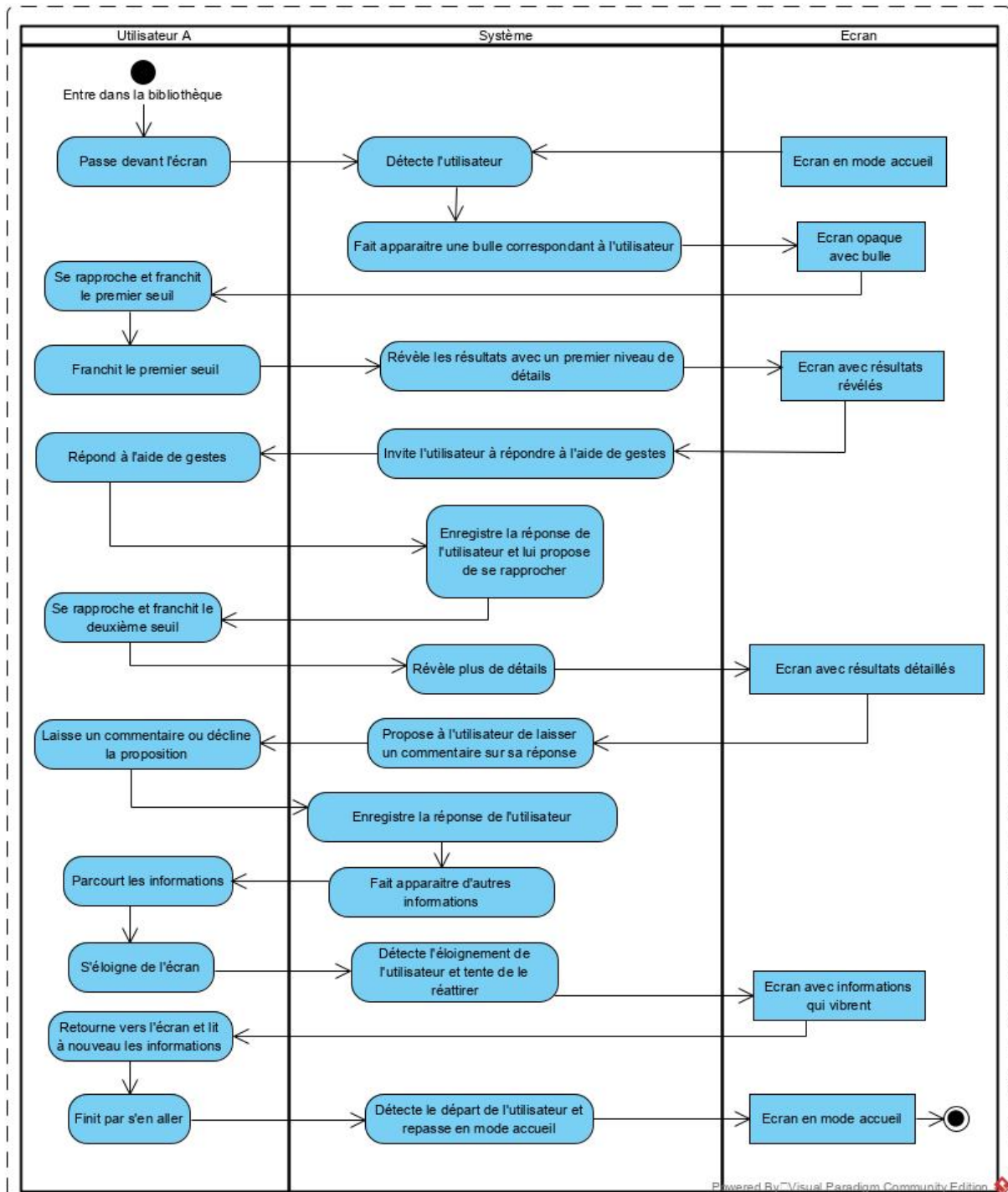


FIGURE 35 – Scénario pour un utilisateur unique

Scénario "Deux utilisateurs éloignés" détaillé

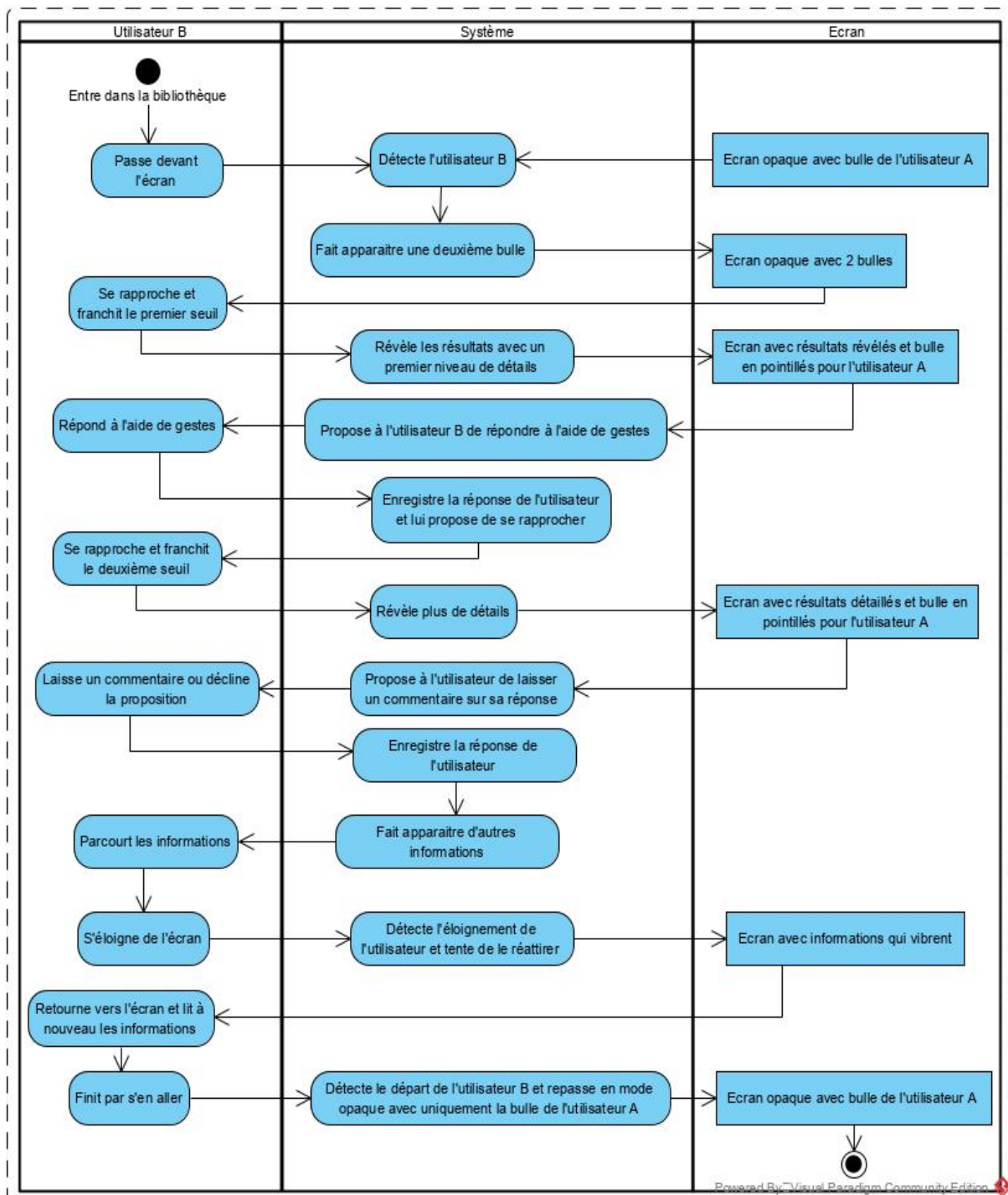


FIGURE 36 – Scénario pour deux utilisateurs éloignés

Scénario "Un utilisateur proche et un éloigné" détaillé

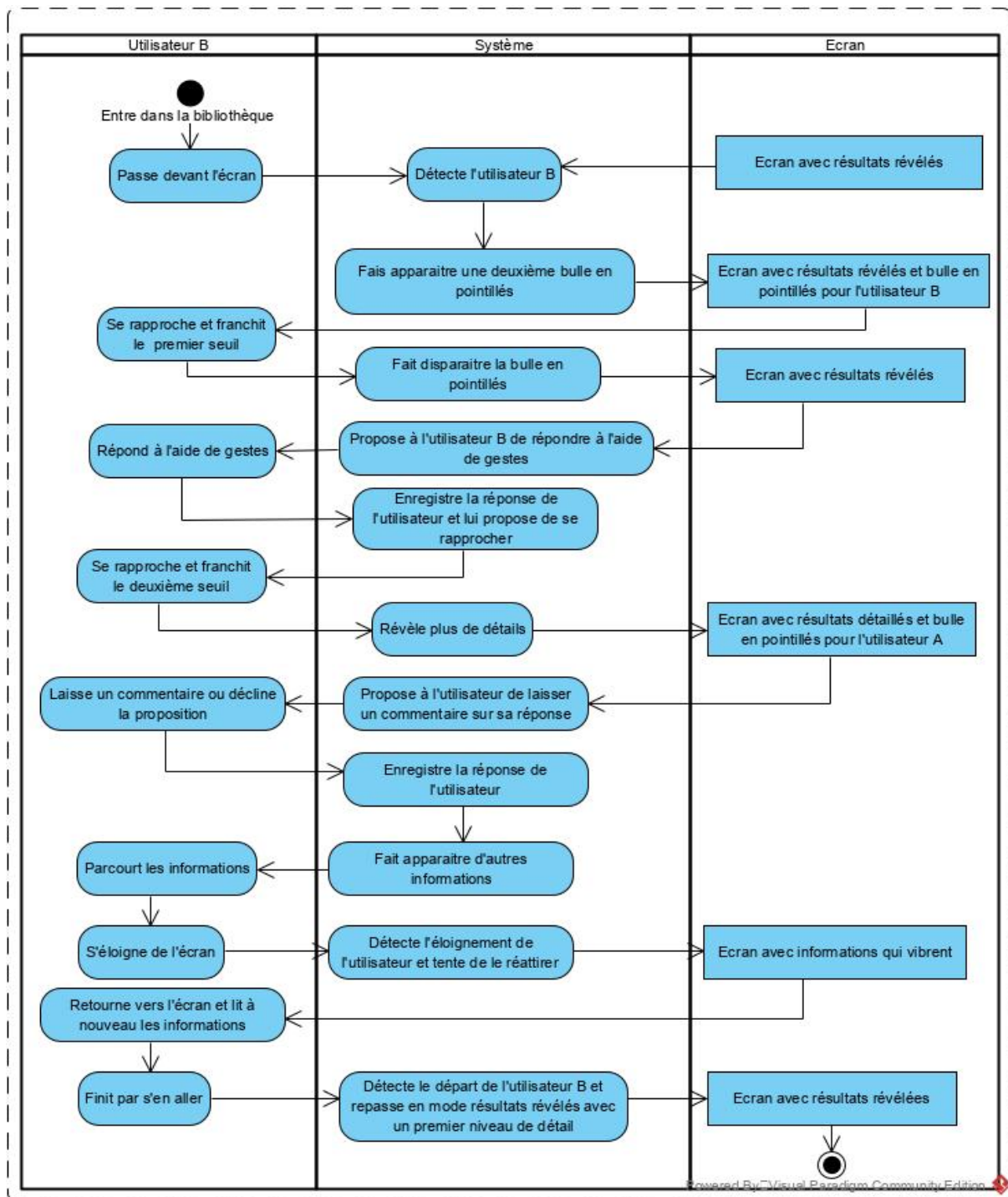


FIGURE 37 – Scénario pour deux utilisateurs au premier seuil

Scénario "Deux utilisateurs proches" détaillé

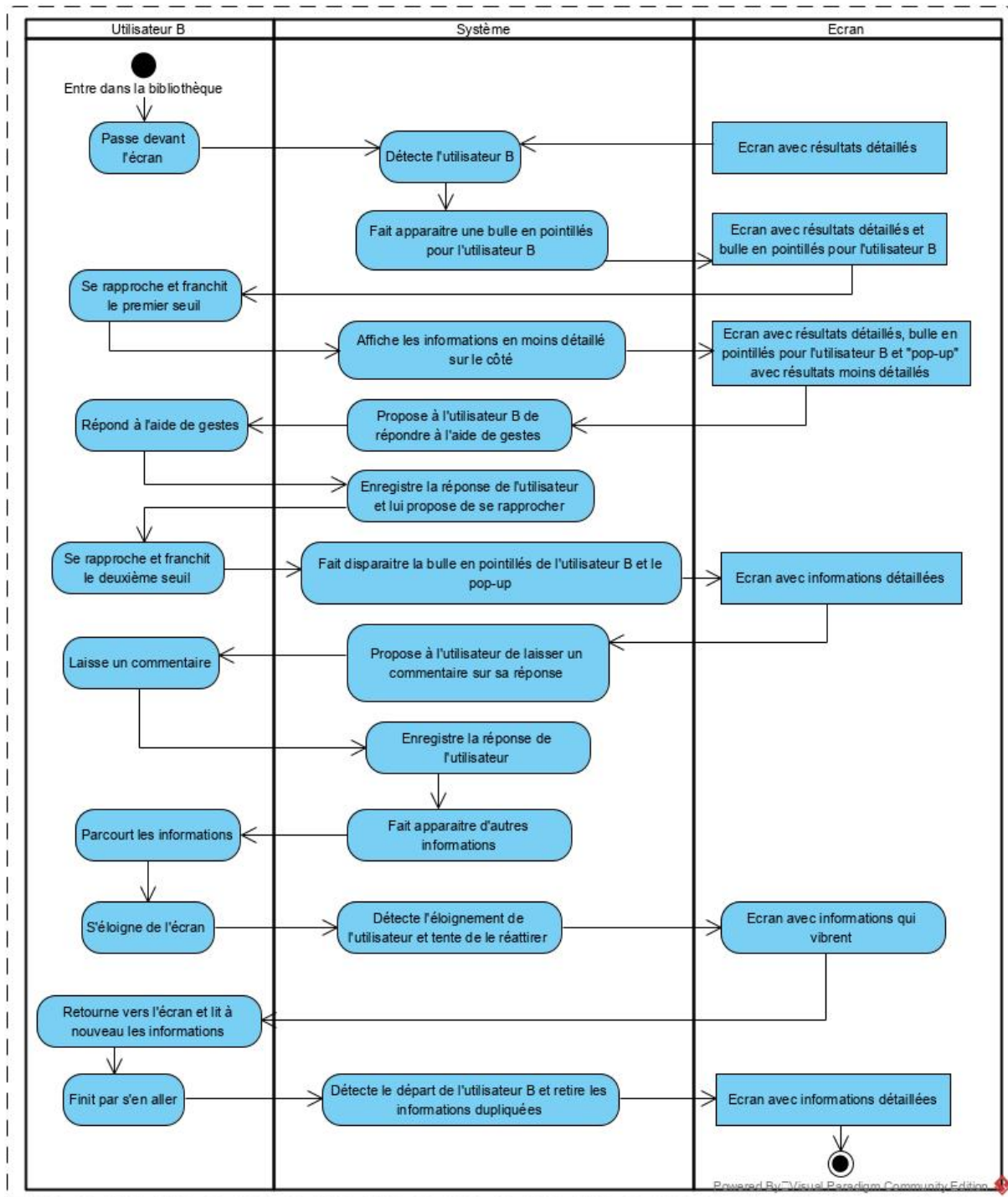


FIGURE 38 – Scénario pour deux utilisateurs au deuxième seuil